香川大学農学部

学術報告

第12巻　第2号（通巻第31号）

目　　次

農学科（甲）農学
水稲の植傷みの研究　Ⅰ　挿秧時刻の差による植傷みについて……林　甚太郎，野田　愛三……113
2,4-DとMHの同時葉面散布が馬鈴薯の生育，体内成分の消長ならびに塊茎萠芽に及ぼす影響について……玉置　秩，中　潤三郎……118
複二倍体作物とその両親作物との3者相互間の正逆交配により生ずる蒴および種子の形質ならびに交雑和合性とこれらを支配する原因……桑田　晃……127
育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について　XXI　含水量を異にする土壌における種々の生理作用の消長……桑田　晃……136
モリシマ，フサアカシヤおよび英国トゲナシアカシヤの樹葉の飼料的価値について…中広義雄，一色　泰……145
家禽飼料における green meal の利用に関する研究
Ⅰ　産卵鶏飼料に対する英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末の混用価値とその消化率について……中広義雄，一色　泰……153
高松市下笠居地区における複合果樹作経営に関する研究
Ⅱ　代表的複合果樹作経営構造の分析……森　和男，喜田美登……163
Ⅲ　代表的農家における農業経営部門の動向……喜田美登，森　和男……180
農学科（乙）農業工学
水理模型実験報告　Ⅳ　川股ダムの余水吐について……前川忠夫，吉良八郎……192
短時間の蒸発散量の間接的評価について——空気力学的方法の検討……井上裕雄……214
園芸学科
桃樹の夏季摘葉が開花，結実と発育に及ぼす影響……葦沢正義，椁谷　勝……221
チューベローズの花芽分化並びに花芽の発育経過について……小杉　清，木村嘉享……230
柿炭疽病罹病果における軟化起因物質の粗分離……谷　利一，内藤中人……235
香川県における3種毒蛾の生態概説……松沢　寛，藤井幸彦……242
香川県水田地帯における人家内衛生害虫の季節的消長……松沢　寛……255
農芸化学科
環境別溜池泥土の研究　Ⅳ　国下池，奥の堂池コアの鉄含量……玉置鷹彦，梅田　裕……260
アラバン分解酵素に関する研究
Ⅰ　テンサイアラバンに対する酵素作用および zone electrophoresis……梶　明，滝　博，吉原　収，島崎晶互……265
アカマツ樹皮リグニンのアルコリシスについて……十河村男，川原　恵……269
流下式塩田における適正採かん濃度に関する研究
Ⅰ　特に気象要因と限界蒸発濃度の関係について……青木利夫，安藤嘉教……275
農　場
麦多株穴播栽培における雑草防除に関する研究
Ⅰ　除草剤の利用方式について　(1)……井口厚信，植木邦和……278
教育及心理学研究室
Counseling に関する研究——ラポートについて……境田耕治……283
農学部談話会記事……286
第12巻総目次……287
第12巻著者名者索引……289

1961年3月

香川大学農学部

香川県木田郡三木町

香川大学農学部学術報告

第12巻　第2号　(通巻第31号)

1961年3月 発行

この学術報告は本学部の各研究室の業績を発表するために発行するもので，国内国外の関係諸機関と交換を行なう．1年度につき1巻とする．第1巻は「香川県立農業専門学校研究報告」として1949—50年に3号発行された．第2—7巻は「香川県立農科大学学術報告」として年3回ずつ発行された．国立移管に伴ない誌名を現在のように変更し，巻号数は連続させた．第8巻 (1956—57) と第10巻 (1959) は2号から成り，第9巻 (1957—58) は3号から成る．第11巻 (1959) は香川大学十周年記念論文集として発行した．

交換に関しては香川県木田郡三木町香川大学農学部科学研究委員会に照会されたい．

KAGAWA DAIGAKU NÔGAKUBU GAKUZYUTU HÔKOKU

(Technical Bulletin of Facutly of Agriculture, Kagawa University)

Vol. 12, No. 2 (Serial No. 31) (March, 1961)

This Technical Bulletin is published by Faculty of Agriculture, Kagawa University for exchange with publications of the agricultural and other organizations of the world. This Technical Bulletin contains contributions from the laboratories of agronomy, horticulture, agricultural chemistry, and agricultural engineering. Each of the former volumes consists of three numbers, beginning with vol. 1 (1949—50), except vol. 8 (1956—57) and vol. 10 (1959), which consist of two numbers. Vol. 11 (1959) consists of a single number (456 pages) and is a special issue for the decennial anniversary of Kagawa University.

Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Editor, Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University, Mikityō, Kagawa-ken Japan.

水稲の植傷みの研究

1 田植時刻の差による植傷みについて

林 甚太郎，野田 愛三

Studies on the injury of rice seedlings by transplanting

I on the injury in relation to the different times of transplanting

Jintaro HAYASHI and Aizo NODA

1. 緒 言

水稲苗の植傷み及び活着促進についての研究は，従来よりおおく行われているが，最近では東北地方等の生育期の比較的短い地方で行われている研究が多い．例えば，渋谷[1]は稲苗発根力の日変化につき適当な苗取時刻と苗代での取置時間，適当な田植時刻と乾物率全糖含量等について研究している．又平野達[3]は，水稲苗の活着促進について研究し，早期栽培の苗代様式，品種と草型及び耐冷性の問題，移植の早晩及び晩植育苗に対する硅酸加用の効果等について，詳細な報告をしている．

又山崎等 (1956) の研究によると苗代に藁灰を施用する事により，活着が促進されることが示めされている．

松島[6]は植傷みについて，次の如くのべている．軟弱な苗を高温晴天下に田植し，その後3～4日も晴天強風が続くと植傷みがひどく現われる．植傷みは普通回復するので従来からその被害を，軽視されてきたが，植傷みが現われると，活着後の重要な分ケツ期を空費し，強大な分ケツが少くなり，収量も低下する．岡山農試で加峯 (1949) は田植後2～3日の日照時数が多いと，収量が減少する原因が植傷みにある事を指適した．又晩植が，普通植より収量が多い事があるがこの場合，植傷みが関係している事が多い．植傷みを防ぐには健全な苗を育て天候を見計らつて田植しなるべく，夕方植える事が望ましいとのべられているが，瀬戸内平たん地方でも，植傷みの激しい場合があり，特に高温多照時に田植される晩期栽培の障害となる事が多いが，著者達[2]も1956年に苗の根量と吸水量の関係を報告したが，特に生育期間の短い晩期栽培では土を付けた苗また根量を多くした苗は，田植直後の吸水量は多く植傷みも比較的少く，活着は促進され増収を期待し得る事は明らかであった．

水稲の田植時の活着を促進する事により植傷みを軽減する事は増収に役する所，大であるが，晩期栽培においては，この効果が大であるものと考えられる．本報告は田植の時刻の差，即ち朝苗取朝植区，夕苗取夕植区の比較を行い第1報として報告する．なほ本研究の1部は日本作物学会第124回講演会において発表した．

2. 実験材料及び方法

品種は農林1号を用いた．

苗代様式は保温折衷苗代を用いた．本田は普通慣行の栽培をしたが，田植時の植傷みを生じ易い状態，即ち高温多照時を選び，比較的浅水とした．

植傷み部位の測定は，田植後24時間で，各葉位別に枯死した部分を測定した．

葉位別蒸散速度の比較は，コバルト法により，午後1時を中心として行なった．

汁液の氷点降下度の測定は，苗を凍結させて，汁液を取り，ベックマン法で測定した．

全糖含量の分析はソモギイ法によって行なった．

3. 結果及び考察

1957年の晩期栽培及び1958年の普通栽培（但しこの場合は植傷みの生じ易い様に硝子室中で行った）ではいづれ

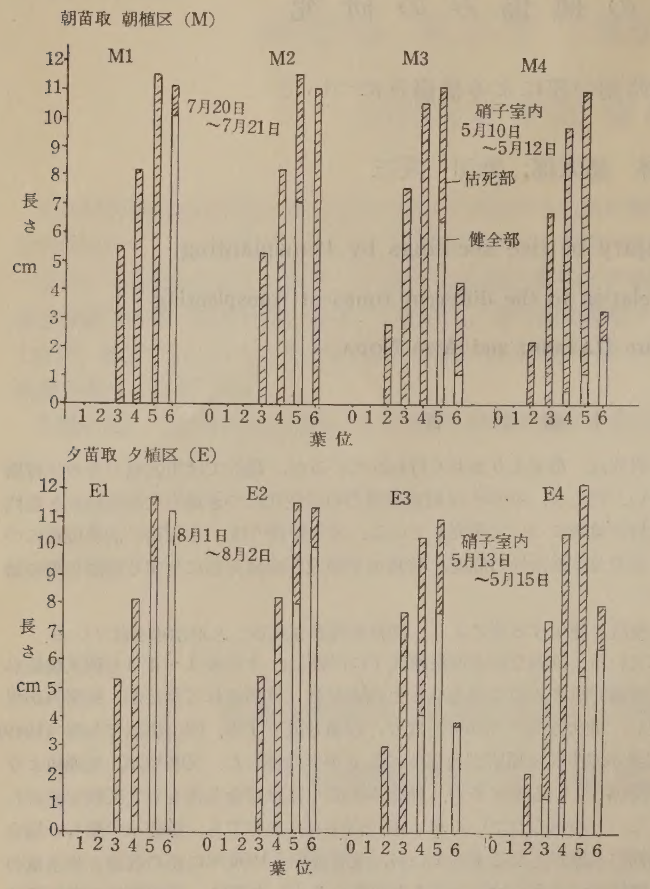
の場合でも，朝苗取朝植区は，夕苗取夕植区より，植傷みが大であった．この結果は第1図に示す通りである．

次に植傷みの部位について観察すると，下葉鞘の植傷みが多い，5葉は一般に軽微であるが，6葉についてみると夕苗取夕植区では5葉に比し軽い場合と多い場合があったが，これも第1図に示す通りである．即ち両者共に葉の枯死を葉位別にみると，下位葉が，先に枯死する傾向にあった．

以上は葉身のみについての観察であったが葉鞘についてもさらに両者の間に大きな差を生じたのである．1957年の晩期栽培において朝苗取植区は，3, 4, 5, 葉鞘が枯死したが，夕苗取夕植区は，全然傷まなかつたのである．1958年の普通栽培でも同様な傾向の結果が得られた．

本実験の結果では，下位からの枯死が多いがこれは葉の生長の段階であり，下位葉程老化しているためである．石塚等によると葉の生育課程は，4段階に分ける事が出来る．即ち第1段階は形態及び原形質の完成期であり，第2段階は貯蔵物質の増加期であり，第3段階は貯蔵物質の減少期である．第4段階は原形質の崩壊期にむかうものとされている．

下位葉の植傷みが多いのは石塚氏の説によると老化の過程にあり，田植時の植傷みによって，枯死が早められるものと考えられる．田植時また田植直前は下葉の枯死す部分の葉は一般に蒸散作用が旺盛であると考えられるが，朝植区は夕植区に比べて，この部分の枯死が多いことは活着時の生育に悪い結果を招くものと考えられる．



第1図　田植時刻の差による植傷みの差異1957—1958年水稲農林一号

第1表は葉位別に蒸散の速度を調査したものであるが，一般に下葉が蒸散の早いことを示めしており，気孔の発達が良い事を示めしているものと考えられる．この様に下葉の蒸散の多い事は，老化の過程にある事と合せて下葉の枯死は，少しの障害にも促進され植傷みとなって現われるものと考えられる．

最上葉に植傷みが多く出る場合があるが，気温の上昇及び空中湿度の低下が激しい場合よくみられるようであるが，詳細な事は今後研究に待つ．

最上葉は気孔の発達が不充分であるが，組織が著しく軟弱であるために植傷みが起るものと思われる．

植傷みと田植後の生育経過の関係は，明らかに差異を生じたので，この結果を第2図に示すが，これは田植後の生育経過を追跡した成績の一部である．植傷みは前述の場合同様夕苗取夕植区が少かったが，調査した1957年は生育後半において異常低温にあった年である．最低気温は9月2日16°C，9月14日15.6°C，9月19日12°C の如く低温がはなはだしく，晩期栽培が著しく障害を受けたのであるにもかかわらず，6葉から止葉にいたるまで，朝苗取朝植区は，夕苗取夕植区に比し，葉身及び葉鞘共に出葉が遅れた．又出穂初めも両者の間で2日の差が表われた．生育の速度，分ケツ，草丈等の差は直接収量に関係するばかりでなく，晩期栽培では，低温による出穂の限界があ

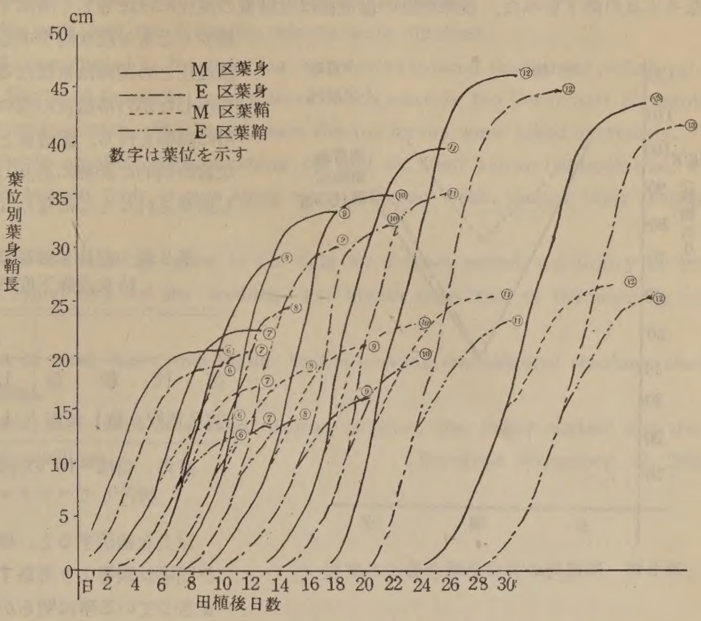
り，夕苗夕植区の持つ役割は大きいものと考える．夕苗取夕植区は朝苗取朝植区に比べて葉身長も大であった．

夕苗取夕植区は以上のごとく朝苗取朝植区に比べて植傷みが少い．又その後の生育も比較的良好に行われたことは苗の素質に関係する事が明らかである．

苗の素質に関する研究は従来数多くの研究が行われている．苗代日数，播種密度が苗の発根力に関係が深く，又苗の N/C 率との関係が深い事が報告されているが，苗の日変化については，渋谷[1]が研究されている．又同氏は苗の素質の日変化と発根力との関係の深いことを発表されたが，植傷みの起る時期は移植後正午を中心とした昼間であり，根の発生はみられても少量であり，植傷みに関しては新根の持つ役割は少いものと思われる．

1958年に行った農林1号の晩期栽培及び，1959年に行った普通栽培の農林10号に付いて行った．苗の素質，特に全糖含量の日変化について分析を行った結果，前日の夕方田植したものは翌朝における苗代の苗と比較すると全糖含量がいづれも多かった．第3図は1959年の晩期栽培の苗の分析の成績であるが，これによればいつれも日変はみられるが，前日に田植した苗は含糖歩合が高かった事を示めしている．

苗の素質は，乾物率，全糖含量等が関係することは多く発表されているが，本研究の結果から考察すれば，夕苗取夕植区が全糖含量が多く，田植後の活着が良好ならしめる素質を有している事は，前述のごとく本田



第2図 朝苗取朝植区と夕苗取夕植区の葉身葉鞘の比較

第1表 葉位別葉身蒸散度比較 (1958)

普通栽培（コバルト法） （実数は単位秒）

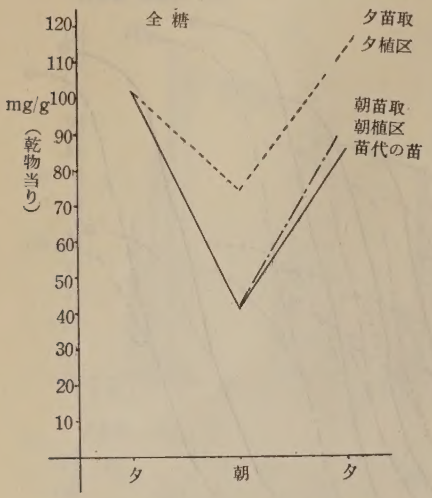
回数		第3葉	第4葉	第5葉
1		26.6	27.0	33.0
	比率	100	99	81
2		16.6	16.1	23.6
	比率	100	103	70
3		25.8	28.3	41.3
	比率	100	91	62
4		20.1	20.8	26.5
	比率	100	97	76
5		18.5	19.6	22.3
	比率	100	94	83
6		21.5	22.8	24.9
	比率	100	94	86
7		15.2	16.5	20.2
	比率	100	92	75
平均	比率	100	96	76

晩期栽培

回数		第3葉	第4葉	第5葉
1		11.9	12.2	13.8
	比率	100	97	86
2		14.4	14.0	19.4
	比率	100	103	74

における成績と全く一致するものである．

地上部の滲透圧について午前6時を中心に調査した結果，前日の夕方田植した苗は，苗代の苗に比べて15%程度大なる氷点の降下をみた．従来細胞の滲透価は全糖量の変化にほぼ等しく増減するものと考える事があるが，本実験少くとも午前6時を中心とした測定では上記の全糖含量と滲透圧との関係は密接なる関係があるものと考えられる．しかしながら移植後の苗の含糖量は，新根の発生及び呼吸作用に関係を持ち，滲透価と共に変化するものと考えられるが，なお時間的に詳細に追及し，その植傷みに対する影響を類別し追及されなくてはならないものと思われる．



第3図　田植時の苗の全糖含量の日変化

第2表　前日夕刻苗取移植した苗及び苗代苗の午前6時氷点降下度の比較（1959）

	A	B	平　均	比　率
苗　代　朝　苗	1.17°	1.14°	1.16°	100
前夕苗取夕植した苗	1.29°	1.38°	1.34°	115

備考　苗は－15°の冷蔵庫で3時間に亘って冷凍後搾汁してベックマン装置で測定したもの

以上を総活すると，植傷みの軽減，体内成分の日変化及び団場試験等より考察すれば，夕苗取夕植区が朝植区よりまさつている事は明らかである．

本報は，植傷みの現象を主としてその原因の一端にふれたが，今後更に詳細に苗の素質の変化と植傷みの関係を究明するのであろう．

4. 摘　　要

本研究は，水稲の植傷みと田植時刻の差との関係を明らかにする事により，植傷みを少くするために行った．

実験は朝苗取朝植区と夕苗取夕植区について水稲農林1号を用いて行った．この結果は次の通りである．

1) 朝苗取朝植区は，夕苗取夕植区に比べて植傷みが大である．植傷みによる葉の枯死は下位葉の枯死の多いのは，葉の老化の進んでいることと，蒸散が盛んである事であり，最上葉は蒸散が少いが組織が軟弱であるためであろう．

2) 本田生育期間の短い晩期栽培では，特に植傷みが多く，生育の後期迄悪い結果をもたらした．

3) 前日の夕方田植したものは翌朝において苗代の苗に比し，滲透価が高かった．炭水化物では，夕植区が全糖歩合が高く，全糖歩合と植傷みは関係が深いものと考えられる．

5. 主 要 参 考 文 献

(1) 渋谷紀起：稲苗発根力の日変化，日本作物学会紀事，**23**(2)，92（1954）．

(2) 野田愛三，林甚太郎：水稲の早期及び晩栽培における苗の根に関する研究，予報，苗の根量と吸水量の関係，香川大学農学部学術報告，**8**(1)，1956)．

(3) 平野哲也，小野寺守一，竹村武雄：水稲苗の活着に関する研究，日本作物学会紀事，**26**（3)，199 (1958)．

(4) 林甚太郎，野田愛三：水稲の植傷みの研究，田植時刻の差による植傷みの差異について，日本作物学会紀事，**28**（2)，250（1959)．

(5) 石塚喜明，田中明：水稲の葉の生理学，農業及び園芸，**33**（10)，1465（1958)．

(6) 松島省三：稲作の理論と技術，東京，養賢堂，51～52（1959)．

Résumé

The present studies were carried out to make clear the relation between the degree of injury

and the transplanting time.

The experiment was made in two lots: One where the seedlings were picked up and transplanted in the morning and the other where picked up and transplanted in evening.

The variety Norin No. 1 was used, and the following results were obtained.

1) Seedlings picked up and transplanted in the morning were more injured than those picked up and transplanted in the evening. Death of leaves by injury were much more in the lower part of seenlings than in the upper part in the many cases. But some times the top leaves were killed extremely. The death of the lower leaves depends on their own becoming old and on their active transpiration, while the death of the top leaves depends on their organs being very soft and weak, though their transpiration is comparatively little.

2) In the late culture, where the seedlings grow in the field for a short period, the injury by transplantation was great and the injury effected the seedlings was higher than that of the morning transplanted seedlings.

As for carbohydrate, content of total suger was higher in the evening transplanted seedlings than in the morning trasplanted seedlings.

By these results it can be said that there is a close relation between the sugur content and the injury by transplantation of rice seedlings.

(Received November, 30, 1960)

2, 4-D と MH の同時葉面散布が馬鈴薯の生育，体内成分の消長ならびに塊茎萠芽に及ぼす影響について*

玉置 秩，中 潤三郎

The effects of combination foliage sprays with 2, 4-dichlorophenoxy acetic acid and maleic hydrazide on the growth, the variations of chemical components of potato plants and on the sprout inhibition of harvested tubers*

Kiyoshi TAMAKI and Junzaburo NAKA

前報では馬鈴薯に対して 2, 4-D(44), 2, 4, 5-T(42)あるいは MH(43) をいずれも開花終了前に葉面散布した場合，生育経過ならびに体内成分の消長に対して如何なる影響を及ぼすかについて記述した．本報告は馬鈴薯に 2, 4-D と MH を同時葉面散布した際における植物体の生育，体内成分の消長ならびに収穫後の塊茎萠芽に及ぼす影響を，1957年および1959年春作馬鈴薯について検したものである．

近年，馬鈴薯に対する生長調整物質の影響ならびに利用に関しては，かなり多くの報告がなされている．しかして 2, 4-D については，地上部における活力の増強[44]，単為結果の誘起[25,40,44]，塊茎における澱粉含量の増加[44]，比重の増大[22,25]，赤薯の色度増進[4,5,16,21]，蛋白質含量の増加[22,48]，萠芽抑制の傾向[5,21,23,33]などが報ぜられている．また MH については，地上部における頂部優勢の破壊[3,35,43]，葉身の硬化•肥厚および茎の花青素集積[3,32,35,43]，塊茎における異常型の発生[3,35,36,43]，含糖量の減少[17,23,43]，澱粉含量の増減[17,43]，窒素含量の増加[43,48]，さらには萠芽抑制[3,7,9,10,11,13,18,19,20,24,26,28,32,35,36,46]などが述べられている．しかしながら，元来その作用が対照的と考えられる 2, 4-D と MH の組合わせ使用に関する報告は僅かにすぎない[5,6,7,23,48]．よって本報告においてはこの点に関して追究し，馬鈴薯に対する生長調整物質の利用に関する基礎資料に供しようとするものである．

実験材料および方法

〔A〕供試材料

（a） 1957年度

実験材料には1956年秋季岡山県産「農林1号」を用い，1957年3月13日本学部圃場に播種し，その後の管理は慣行法によった．しかして肥料は全量基肥とし 10 a 当たり堆肥 1125 kg，硫安 33.75 kg，過石 33.75 kg，塩加 16.88 kg，を施すとともに，植物体は1本立てにより育生した．

（b） 1959年度

実験材料には1958年秋季岡山県産「農林1号」を用い，1959年3月16日播種した．実験は同じく本学部圃場において行ない，その後の管理も 1957年に準じた．また肥料は 1957年に比し，堆肥の無施与を除けば，他はすべて同じであった．

〔B〕葉面散布

（a） 1957年度

開花盛期の5月22日（収穫の約5週間前）に散布したが，2, 4-D については Na 塩の 0.1％ 水溶液を，MH については Diethanolamine 塩の 0.2％ 水溶液を1株当たりそれぞれ 60 cc ずつ施用した．実験は (1) 2, 4-D

---

* 馬鈴薯に対する生長調整物質の影響と利用に関する研究 Ⅳ

* Studies on the effect and utilization of growth regulators on potato plants. Ⅳ

区（単独散布），（2）MH 区（単独散布），（3）2, 4-D+MH 区（2, 4-D 散布後，葉面の乾くのを待って直ちに MH を散布），（4）対照区（無散布）の4区をもって構成した．しかして 2, 4-D 区および MH 区においては，前報[43,44]の成績と類似していたので，本報では特に 2, 4-D+MH 区に重点を置き，これを実験区と称し，主として対照区における成績と比較した．

（b） 1959年度

開花盛期は5月21〜25日であったが，本年度は収穫約2週間前の6月9日に 2, 4-D および MH をそれぞれ1株当たり 50 cc ずつ散布した．また施用液濃度，実験区の構成は 1957 年度に準じた．なお本年度は収穫後における塊茎の萌芽調査を主目的としたが，塊茎の収量には各区間に差異が認められなかった．

〔C〕測　定　法

（a） 1957年度

（1）生育調査：葉面散布の直前より収穫期まで4回にわたって，生育中庸な5個体を圃場より採取し，草丈・分枝数・塊茎数などを調査するとともに，地上部および地下部につき各器官別の重量を測定した．なお調査終了後は各部位別に細切乾燥して分析試料に供した．

（2）炭水化物含量：Somogyi 変法により還元糖，非還元糖ならびに澱粉の定量を行なった．

（3）窒素化合物含量：Micro-Kjeldahl 法により蛋白態ならびに可溶態窒素の定量を行なった．

（4）萌芽調査：収穫後5個月を経た各区の塊茎について，萌芽数ならびに萌芽長の測定を行なった．

（b） 1959年度

本年度は前述のとおり塊茎の萌芽調査を主目的としたので，収穫後2個月および 4.5個月を経た各区の塊茎についてそれらの重量を調査するとともに，萌芽数，萌芽長および萌芽重の測定を行なった．

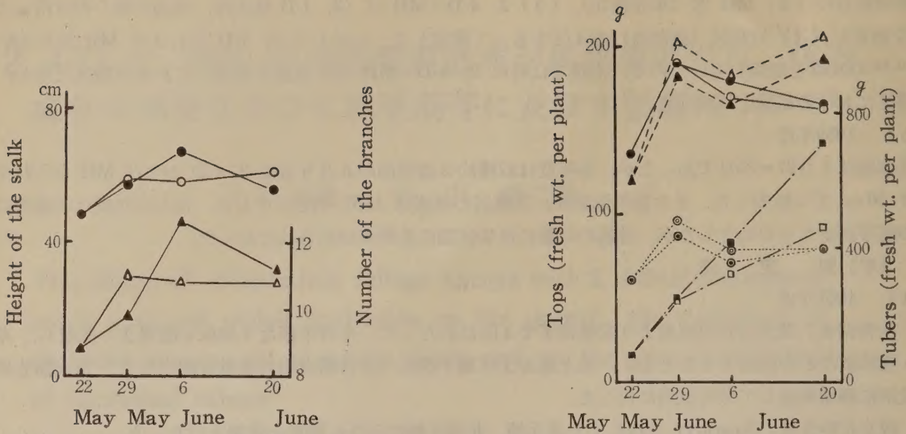
結果ならびに考察

〔A〕葉面散布が植物体の生育に及ぼす影響

一般に馬鈴薯は開花期頃までに地上部の伸長をほぼ完了し，この頃以前にその数を決定していた塊茎がその後急激に肥大するとされている[8,15,34,37,39]，本研究においても散布時までの実験区（2, 4-D+MH区）および対照区ではその生育が上述と類似の経過を辿っていた．つぎに葉面散布が植物体に及ぼす影響についてみると，実験区では，2, 4-D 区と同様に散布当日より葉身の萎凋および下垂，葉柄の上偏生長，さらには茎の屈曲などがみられた．しかしてその状況は3日目が最大で，その後両区とも回復に向かい，10日目頃には元に復したが，実験区では 2, 4-D 区に比しその回復が若干遅れた．他方，MH 区においては散布後10日頃から葉身の萎縮，葉肉の肥厚，茎の花青素集積などが僅かに認められた．実験区においてもこれと類似の経過を示したが，その発現は MH 区に比し若干遅れ，かつその程度も弱かった．また 2, 4-D 区と同じく実験区においても単為結果がみられたが，肥大程度は 2, 4-D 区で直径 4 cm 前後あったのに対して，実験区においては約½で停止した．

つぎに生育の経過について実験区と対照区を比較すると，まず草丈ならびに分枝数は散布後7〜10日頃に実験区の方が対照区に優っていたが，その後は概して低い状態で推移した．また1株当たりの生重は実験区が対照区に比し，葉身重でやや低く，葉柄重・茎重では若干高く経過した．さらに塊茎重は両区とも開花期後に急増したが，実験区では散布後7〜10日頃より対照区に比して低く推移するとともに，塊茎数は実験区の方が常に対照区に優っていた（Fig. 1. 参照）．

他方，馬鈴薯に 2, 4-D あるいは 2, 4, 5-T を散布すると，短時間で影響が現われ，その吸収の早いことが認められている[25,42,44]．また大泉[18]，東海林・相原[32]らは馬鈴薯に MH を散布した場合，その吸収が比較的早く，散布2日以降に収穫した塊茎では顕著な萌芽抑制効果のあることを報告している．したがって本報告の各区においても散布後の吸収は早かったものと解される．つぎに植物体に及ぼす影響について考察すると，散布後 7〜10日頃までの期間（Ⅰ期）には 2, 4-D 区ならびに実験区において 2, 4-D の影響[25,44]が，その後の期間（Ⅱ期）には MH 区ならびに実験区において MH の影響[3,32,35,43]がかなり現われたものと思われる．したがって実験区は散布後7〜10日頃までのⅠ期には 2, 4-D の，その後のⅡ期には MH の影響を連続して発現したことになる．さらに実験区におけるⅠ期の回復およびⅡ期の発現がそれぞれ各単独散布に比し若干遅れ，かつその発現の程度が弱いことなどを認めたのは興味深い所である．しかしてこのことに関連するものとして，Currier・Day・Crafts[2]は 2, 4-D と MH を組合わせて散布した場合，大麦ではその発現が MH 単独散布より遅れたことを認め，その原因として 2, 4-D は体内の炭水化物を消耗するのに対し，MH は蓄積を促進するが，それらの組合わせにより発現が遅れた



●——● Height of the stalk (Control plot)
○——○ Height of the stalk (Treated plot)
▲——▲ Number of the branches (Control plot)
△——△ Number of the branches (Treated plot)

Control plot	Treated plot	
●——●	○——○	Leaf-blade
⊙……⊙	◎……◎	Petiole
▲－－▲	△－－△	Stalk
■-・-■	□-・-□	Tuber

Fig. 1. The growing status of potato plants

ためとしている．また 2, 4-D 区および実験区における単為結果に関しては PRINCE・BLOOD[25]，田口・西入[40] らが報告したのと類似している．しかし実験区では 2, 4-D 区に比し肥大がやや遅く，かつ肥大度も異なったが，これは同時散布の特異的現象と思われる．

さらに生育経過におよぼす影響を検討すると，実験区のⅠ期およびⅡ期において上述の成績が得られたのは，散布時における地上部がほぼ完成に近いことを示す[8,15,34,37,39] のみでなく実験区において葉身の硬化・肥厚[3,32,35,43](35)(43)などがみられたこと，さらには茎葉の乾物率変化からも理解される点が多い．また塊茎重ならびに塊茎数についても従来の MH 散布に関する報告[3, 9, 26, 32, 35, 36, 43] と類似していた．事実，橿淵・岩根[9]，東海林・相原[32]，杉・池田・横畑[35]，砂川・大森[36] らによれば，塊茎肥大初期以後の MH 散布は地上部ならびに塊茎の生育・収量に変化のないことを報じ，DENISEN[3]，RAO・WITTWER[26] らによれば，開花期の散布は収量の減少を招くが，開花後の散布は影響がないことを認めている．さらに FULTS・PAYNE[5] は2, 4-D, MH およびそれらを組合わせた場合，早期・晩期の散布を問わず収量に有意差を認めなかった．また HARRISON・FULTS・PAYNE [7]は 2, 4-Dと MH を同時散布した場合，2, 4-D の単独散布と同様に有意差を示さないが，収量の増加する傾向を認めている．しかしてこれらの報告にみられる成績が本報における傾向と若干異なっている点については，さらに検討したく考えている．

〔B〕葉面散布が体内炭水化物の消長に及ぼす影響

まず還元糖についてみると，一般に馬鈴薯の地上部においては，生育の初期から開花期にわたって増加し，塊茎の肥大に伴い急速，多量に転流するとともに，さらに同化転流を活発に行なうとされている[12, 39]．事実，本報の対照区においても，これとほぼ同様の推移を示した．しかして実験区でもその経過は概して対照区と類似していたが，Ⅰ期には葉身・茎とも対照区に比しやや低く，Ⅱ期には逆に優る傾向を示した（Fig. 2.参照）．すなわちⅠ期において外観的には 2, 4-D の影響が顕著に現われたことから，既報の 2, 4-D 散布[44]の成績と対比すると，特に葉身で異なった経過を示し，またⅡ期には MH の影響が現われたことから MH 散布[43]の結果と対比すると，上述したのと同じく特に葉身で異なっていた．他方，塊茎では形成初期に高く，次第に低下する点は両区とも他の報告[12, 37] における傾向と類似していたが，実験区においては対照区よりも低い値で推移した（Fig. 2. 参照）．しかして 2, 4-D の散布[44]ではその変動が対照区に比しやや低く推移したのに対し，MHの散布[3, 17, 23, 43]では対照区より低い値を示すこと，あるいは変動のないことが報ぜられている．さらに PAYNE・FULTS[23]は馬鈴薯に対して早期および晩期に 2, 4-D, MH およびそれらを組合わせて散布した場合，各処理とも早期には対照区より低く，晩

期では逆に高くなっていたと報じている．しかしてこれには散布時期，塊茎の生育状況などが大きな因子として関与していると考えられる．

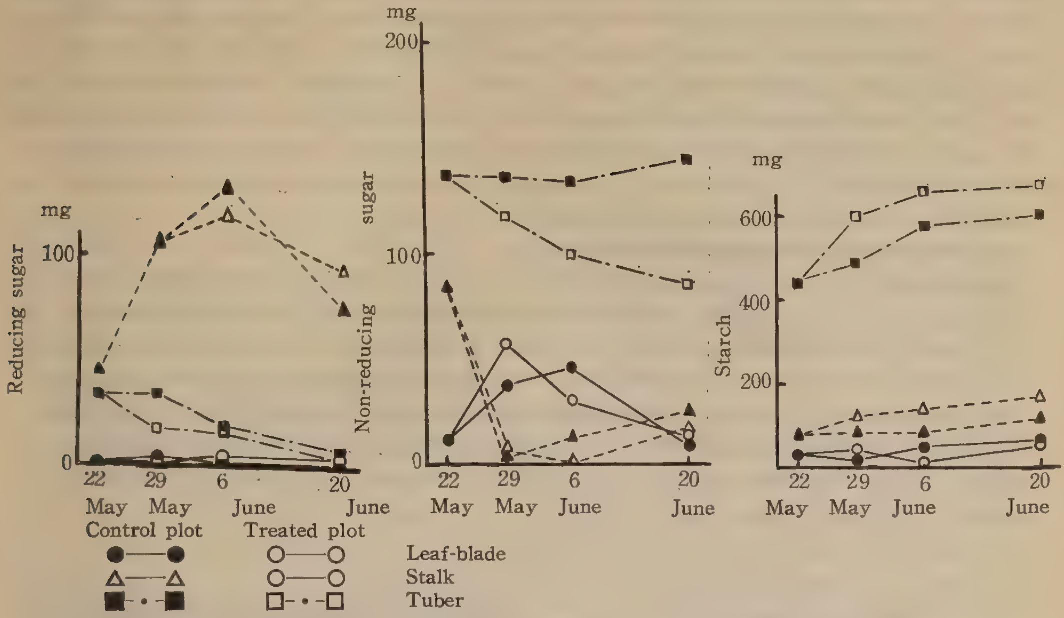


Fig. 2. The variation of carbohydrate contents of potato plants (mg/g dry wt.)

つぎに非還元糖について述べると，馬鈴薯の地上部においては生育の初期にその含量が高いが，塊茎の肥大に伴い減退することが報告されている(12,39)．本報の地上部における変動は Fig. 2. に示すとおり，両区ともこれとほぼ類似の傾向を呈するとともに，実験区においては対照区に比しⅠ期に高く，Ⅱ期に低い傾向を認めた．しかして同じく馬鈴薯の地上部，特に茎において，筆者ら(43,44)は 2, 4-D 散布による減少，MH 散布による蓄積を認めた．したがつて 2, 4-D と MH の同時散布により，Ⅱ期には MH 散布の場合にみられた地上部，特に茎における蓄積の現象が相殺されて発現しなかったものと考えられる．他方，塊茎においては Fig. 2. に示すとおり，地上部に比し高い値で経過するとともに，比較的変動も少ないが，実験区では終始対照区よりも低い値で推移した．しかして Ririe・Mikkelsen・Baskett(27)は収穫前のビートに 2, 4-D あるいは MH を散布すると，根中蔗糖が前者の場合は減少し，後者の場合は増加することを認めている．また筆者ら(43, 44)は馬鈴薯に 2, 4-D を散布した場合，塊茎内非還元糖が対照区より低く経過し，MH を散布した際にも同様にやや低くなることを認めた．さらに Payne・Fults(23)が馬鈴薯に 2, 4-D, MH およびそれらを組合わせて散布したところ，早期処理では 2, 4-D 区を除き MH 区および 2, 4-D+MH 区では塊茎における蔗糖含量が対照区より多かったのに対し，晩期処理の場合には殆んど効果がないか，あるいは低い値を示したと報告している．すなわち還元糖の変動からも推察されるとおり，極めて複雑な機作の介在することが考えられる．

さらに澱粉についてみると，地上部においては両区とも著しい変動が認められなかった．しかして実験区では対照区に比し，葉身でⅠ期に高くてⅡ期に低く，茎ではⅠ・Ⅱ期を通じて高い値で経過した (Fig. 2. 参照)．すなわちこれらは MH 散布の成績(43)と類似するとともに，茎における糖類の蓄積が少なく，澱粉の蓄積が大であったことは興味深い．また塊茎では両区とも地上部に比し高い値を示したが，実験区においては対照区よりも常に優っていた (Fig. 2. 参照)．他方，多くの人達により塊茎の比重と澱粉含量との間には高い相関のあることが認められている．しかして Payne・Fults・Hay・Livingston(22), Prince・Blood(25)らは 2, 4-D 散布により塊茎比重の増加することを報じ，Sawyer・Dallyn(28) は MH 散布が塊茎比重において減少の傾向を招くと述べている．しかして筆者ら(42~44) は塊茎における澱粉含量が 2, 4-D あるいは 2, 4, 5-T の散布により増加し，MH 散布により減少することを認めた．したがってこれらの点を併わせ考えると，2, 4-D と MH を同時に葉面散布した場合，塊茎内澱粉の蓄積に対しては 2, 4-D の影響が特に強く働くものと思われる．

以上のとおり地上部においては，I期・II期それぞれ外観的には 2，4-D および MH 単独散布の場合[43,44]と類似していたが，体内炭水化物の消長に対しては複雑な結果を現わしたものと考えられる．しかして特にII期の茎において，MH の影響と考えられる澱粉の蓄積を認めた反面，葉身では MH 散布の場合と異なり還元糖の増加がみられ，さらに塊茎においては 2，4-D 散布の影響と思われる澱粉含量の増加を認めた．すなわち I期には 2，4-D による生育の一時的停滞[44]が考えられ，II期には MH による生育抑制[29]ならびに地上部における若干の転流阻害および同化物質の蓄積[3,43] がみられたのは興味深い．またII期においても葉身内葉緑素の含量が比較的多いこと[1,45]，葉身内還元糖が実験区において優っていたことなどからみて，MH による生理現象の阻害を 2，4-D がある程度防止し，さらには却って活力の増強にあずかったのではないかと考えられ，2，4-D と MH が各器官において相殺的あるいは相加的に働いたものと思われる．

〔C〕葉面散布が体内窒素化合物の消長に及ぼす影響

まず蛋白態窒素について述べると，一般に馬鈴薯の地上部では生育初期，塊茎においては形成初期に含量が高く，その後減少するとされている[8,15,38,39]．本報告の両区とも比較的変動は少ないが，これとほぼ同様の傾向を示した．しかして実験区においては地上部・塊茎ともに概して対照区に優る様相を呈した．すなわち特にII期の葉身において 2，4-D 散布[44]と類似していたことを除けば，全般に MH 散布[43]の成績と近似していた（Fig. 3.参照）.

つぎに可溶態窒素についてみると，蛋白態窒素の場合と同様に両区を通じその変動は比較的少ないが，地上部・塊茎ともに漸減の傾向を示していた[8,15,38,39]．しかして実験区では対照区に比し，I期に葉身および塊茎においてやや低く，II期には高く推移するのに対して，茎では終始高い値で経過した．すなわちこれらは MH 散布[43]の成績と類似していた（Fig. 3.参照）.

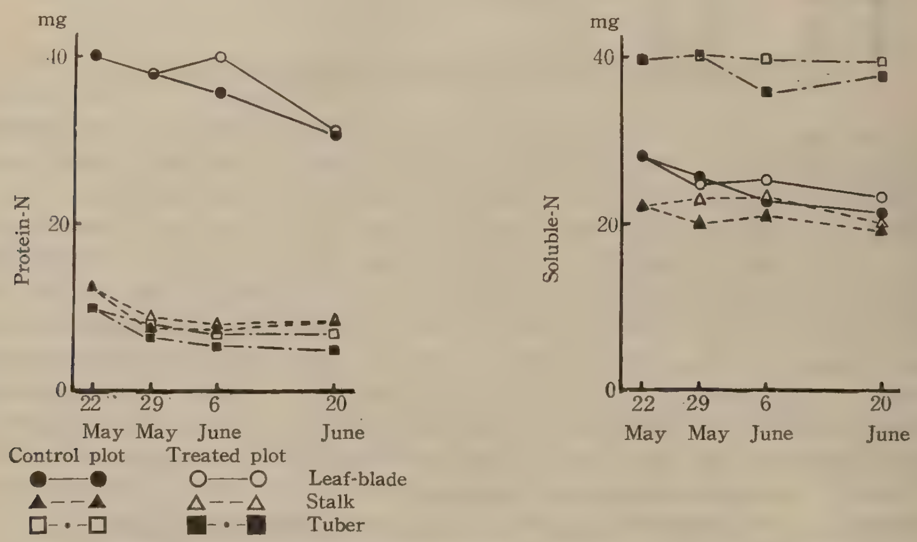


Fig. 3. The variation of nitrogen contents of potato plants (mg/g dry wt.)

以上のとおり外観的にはI・II期それぞれ 2，4-D あるいは MH の影響を発現したが，体内窒素化合物の消長からみると，特にII期の葉身における変動を除けば，概して MH 散布[43]と類似の成績を示すことが認められた．他方，高橋・栗原・高野・佐野[41]，Wort[47]らはそれぞれ菜豆，ソバについて，2，4-D 散布が葉身内蛋白質の増加に対して影響が少ないことを報じている．筆者ら[44]も 2，4-D を散布することにより，馬鈴薯葉身の窒素含量が対照区に比して一時低下した後，蛋白態窒素が高く，可溶態窒素が低く推移することを認めた．また Currier・Day・Crafts[2]は大麦，清水・岩崎[31]はタバコについて，MH 散布がそれぞれ葉身内窒素の増加あるいは減少を招くことを認め，筆者ら[43]は MH 散布により馬鈴薯葉身の蛋白態窒素に減少をみるが，可溶態窒素はやや増加することを知つた．つぎに茎内窒素について，Sell・Luecke・Taylor・Hamner[30]，高橋・栗原・高野・佐野[41]らは菜豆，Wort[47]はソバを用い，いずれも 2，4-D 散布によりその増加することを認め，筆者ら[42~44]は馬鈴

薯について 2, 4-D あるいは 2, 4, 5-T の散布により，その値が対照区に比し後期にやや高いこと，また MH 散布により含量の増加することを認めた．しかして FULTS・PAYNE[6]によれば，馬鈴薯に対する 2, 4-D と MH およびそれらの組合わせ散布が，いずれも地上部の蛋白質増加およびアミノ酸の増加をもたらしたと報じている．すなわち本報における成績と同様に，2, 4-D と MH の相加的影響が現われたものと思われる．さらに塊茎については，2, 4-D を散布した場合，PAYNE・FULTS・HAY・LIVINGSTON[22]は蛋白質の増加することを報じ，筆者ら[44]は変動の少ないことを認めている．また筆者ら[43]によれば MH 散布により窒素含量増加の傾向がみられた．しかして YASUDA・PAYNE・FULTS[48]は 2, 4-D, MH およびそれらの組合わせ散布により，各区とも窒素の増加を認め，特に組合わせ散布が最も高い蛋白質含量をもたらしたとし，HARRISON・FULTS・PAYNE[7]によれば 2, 4-D 散布では全窒素が減少したが，2, 4-D と MH を組合わせて散布した場合には全窒素の増加が著しいと報じている．すなわち本報におけると同様に，地上部との関連において 2, 4-D と MH の相加的効果がみられたものと解される．したがって葉緑素含量が生育末期まで両区とも近似していたこと，葉身内還元糖の多いことなどとも併わせ考えると，2, 4-D と MH の同時葉面散布が炭水化物代謝におけると同様に，植物体活力の強化ならびに塊茎内窒素含量の増加などにあずかったものと考えられる．

〔D〕葉面散布が収穫後の塊茎萌芽に及ぼす影響

まず1957年度の成績について述べると，収穫後5個月（室内貯蔵）では，Table 1. に示すとおり塊茎1個当たりの萌芽数は MH 区が最大で，以下 2, 4-D+MH 区（実験区），対照区，2, 4-D 区の順に小さく，また塊茎1個当たりの総萌芽長および平均萌芽長は対照区が最大で，以下 2, 4-D区，MH 区，2, 4-D−MH 区の順に小さくなっていた（Fig. 4, 参照）．つぎに1959年度の成績をみると，塊茎重の減少程度は Table 2. にみられるとおり，収穫後2個月（室内貯蔵）では各区間に著しい差がないが，4.5個月では 2, 4-D 区が最も大きく，以下対照区，2, 4-D+MH 区，MH 区の順に小さくなっていた．また塊茎1個当たりの萌芽数，総萌芽長および萌芽重は Table 3. に示すとおりであった．すなわち萌芽数は MH 区が最大で，以下 2, 4-D+MH 区，2, 4-D 区，対照区の順に小さく，総萌芽長は 2, 4-D 区が最大で，以下対照区および 2, 4-D+MH 区，MH 区の順に小さく，さらに萌芽重は 2, 4-D 区が最大で，以下対照区，2, 4-D+MH区，MH 区の順に小さくなっていた．なお MH 区および 2, 4-D+MH 区ではともにその萌芽が正常でなく，変形[10,11]，柳芽状[20]あるいはロゼット状[3]を呈していた．

Fig. 4. The appearance of stored tubers held at room temperature for 5 months

Table 1. The effects of foliage sprays on the sprouting of tubers held at room temperature for 5 months* (1957)

	Control	2, 4-D	MH	2, 4-D+MH
Number of sprouts per tuber	1.95	1.79	3.24	2.35
Sum of sprouts length per tuber (cm)	15.25	7.05	6.85	2.73
Average length per sprout (cm)	7.82	3.94	2.18	1.16

* Each plot contained 20 tubers

Table 2. The weight loss of tubers during the storage at room temperature** (1959)

	Control	2, 4-D	MH	2, 4-D+MH
At harvest (g)	1570 (100)	1665 (100)	1655 (100)	1525 (100)
After 2 months storage (g)	1499 (96)	1570 (94)	1562 (94)	1469 (96)
After 4 1/2 months storage (g)	1393 (89)	1470 (88)	1514 (92)	1392 (91)

** Each plot contained 20 tubers

Table 3. The effects of foliage sprays on the sprouting of tubers held at room temperature for 4 1/2 months ***(1959)

	Control	2, 4-D	MH	2, 4-D+MH
Number of sprouts per tuber	4.60	5.10	7.40	6.50
Sum of sprouts length per tuber (cm)	8.60	10.10	4.70	8.60
Weight of sprouts per tuber (g)	1.30	1.50	0.40	0.60

*** Each plot contained 20 tubers

近年，馬鈴薯に対する萌芽抑制に関しては多くの実験がなされているが，その方法は収穫後の塊茎に対する処理と，収穫前の植物体に対する処理とに大別出来る．しかして後者と関連して 2，4-D および MH に関する従来の報告をみると，まず 2，4-D では Methyl-, Butyl-, Amyl-ester などは塊茎の肥大を妨げるとともに外観をそこない，萌芽抑制の効果も思わしくない(14,24)のに対し，Na 塩のみは塊茎の収量・品質をそこなわず，若干の抑制効果を有すること(21,24,33)が認められている．また MH については，収穫 2～7 週間前に葉面散布することが収量・萌芽抑制の面よりみて最も有利であるとされている(3,7,9,10,11,13,18,19,20,24,26,28,35,32,36,46)．すなわち MH に関しては萌芽抑制の効果が極めて明らかであるが，2，4-D に関しては必ずしも有効とは考えられない．しかして Fults・Payne(5)，Harrison・Fults・Payne(7) らは2，4-D と MH の組合わせ散布により萌芽抑制に効果のあることを報じている．すなわち本報告の実験区（2，4-D+MH 区）において MH 散布の場合と同じく，頂部優勢の破壊・萌芽抑制に対して有効であったのとよく符合している．

以上のとおり2，4-D と MH の同時葉面散布が馬鈴薯に対して萌芽抑制の効果を示したのは，MH の作用が 2，4-D を加えることによって阻害されないか，あるいは却って相加的に働いたものと解される．しかしてその芽は明らかに異常であって，MH による萌芽抑制に対し示唆する所が大きいと考えられ，さらに追究を要する点も多い．

摘　　要

本研究は 2，4-D と MH を馬鈴薯に対して同時葉面散布した際における植物体の生育，体内成分の消長，さらに収穫後の塊茎萌芽に及ぼす影響を追求するため「農林１号」を材料として実験したものであるが，その概要を示せばつぎのとおりである．

1. 散布後における外観的変化を述べると，7～10日目までの I 期には 2，4-Dの影響，その後収穫期までの II 期には MH の影響を認めたが，いずれも各単独散布に比して発現の時期が遅れるか，あるいはその程度が弱かった．

2. 植物体の伸長に対しては余り影響がなかったが，茎・葉柄重は増大し，葉身・塊茎重は減少した．

3. 体内成分の消長よりみると，極めて複雑な変動を示した．すなわち特に II 期における葉身内還元糖・蛋白態窒素および塊茎内澱粉の増加，茎内非還元糖の低下を除けば，全般的に MH 散布の場合と類似していた．しかし葉身内蛋白態窒素および塊茎内澱粉の増加，茎内非還元糖の低下などは明らかに 2，4-D 散布の場合と類似していた．

4. 収穫後 4.5～5 個月における塊茎萌芽の状況では，MH 散布の場合と同様に抑制効果が明らかに認められた．

5. 以上の諸点から 2，4-D と MH の同時葉面散布は MH の作用による生育抑制，塊茎の収量ならびに澱粉含量の低下を 2，4-D による活力の増強によってある程度まで防止することが出来るのみでなく，さらには却って塊茎における澱粉ならびに窒素含量の増加などをもたらし，かつ萌芽抑制に対しても効果のあることが分かった．

（本報告の一部は 1959年４月２日開催の日本作物学会第123回講演会において発表した.）

引　用　文　献

(1) Callaghan, J. J., Van Norman, R. W.: *Sci.*, **123**, 894 (1956).

(2) Currier, H. B., Day, B. F., Crafts, A. S.: *Bot. Gaz.*, **112**, 272 (1951).

(3) Denisen, E. L.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **62**, 411 (1953).

(4) Fults, J. L., Schaal, L. A., Landblom, N., Payne, M. G.: *Amer. Potato J.*, **27**, 377 (1950).

(5) ——, Payne, M. G.: *Amer. Potato J.*, **32**, 451 (1955).
(6) ——, ——: *Bot. Gaz.*, **118**, 130 (1956).
(7) Harrison, E. M., Fults, J. L., Payne, M. G.: *Amer. Potato J.*, **35**, 425 (1958).
(8) 稲見五郎, 佐藤健吉：農及園, **14**, 1733 (1939).
(9) 櫨淵晴三郎, 岩根和夫：岩手大農報, **3**, 373 (1957).
(10) Kennedy, E. J., Smith, O.: *Amer. Potato J.*, **28**, 701 (1951).
(11) ——, ——: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **61**, 395 (1953).
(12) Lutman, B. F.: *Amer. J. Bot.*, **6**, 181 (1919).
(13) Marshall, E., Smith, O.: *Bot. Gaz.*, **112**, 329 (1951).
(14) Marth, P. C., Schults, E. S.: *Amer. Potato J.*, **27**, 23 (1950).
(15) 中 潤三郎, 玉置 秩：香川農大学報, **7**, 225 (1956).
(16) Nylund, R. E.: *Amer. Potato J.*, 33, 145 (1956).
(17) 緒方邦安, 井上 隆, 水方 昭：園学雑, **25**, 181 (1956).
(18) 大泉久一：農業試験研究年報, 昭和29年度, 137 (1955).
(19) 尾崎元扶：農業試験研究年報, 昭和29年度, 240 (1955).
(20) Paterson, D. R., Wittwer, S. H., Weller, L. E., Sell, H. M.: *Plant Physiol.*, **27**, 135 (1952).
(21) Payne, M. G., Fults, J. L., Hay, R. J., Landblom, N., Schaal, L. A.: *Amer. Potato J.*, **28**, 455 (1951).
(22) ——, ——, ——, Livingston, C. H.: *Amer, Potato J.*, **30**, 46 (1953).
(23) ——, ——: *Amer. Potato J.*, **32**, 144 (1955).
(24) Perlasca, G.: *Amer. Potato J.*, **33**, 113 (1956).
(25) Prince, F. S., Blood, P. T.: *Agron. J.*, **41**. 219 (1949).
(26) Rao, S. N., Wittwer, S. H.: *Amer. Potato J.*, **32**, 51 (1955).
(27) Ririe, D., Mikkelsen, D. S., Baskett, R. S.: *Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.*, **7**, 86 (1952).
(28) Sawyer, R. L., Dallyn, S. L.: *Amer. Potato J.*, **35**, 620 (1958).
(29) Shoene, D. L., Hoffmann, O. L.: *Sci.*, **109**, 558 (1949).
(30) Sell, H. M., Luecke, R. W., Taylor, B. M., Hamner, C. L.: *Plant Physiol.*, **24**, 295 (1949).
(31) 清水義治, 岩崎英雄：日作紀, **25**, 96 (1956).
(32) 東海林繁治, 相原四郎：宮城農試報, (23), 10 (1957).
(33) Smith, O., Baeza, M. A., Ellison, J. H.: *Bot. Gaz.*, **108**, 421 (1947).
(34) 杉 顕夫, 清水口 強, 安藤隆夫：中国四国農試報, **1**, 1 (1952).
(35) ——, 池田定男, 横畑 磐：農及園, **28**, 1333 (1953).
(36) 砂川倘一, 大森 豊：兵庫農試報, (2), 29 (1955).
(37) 田川 隆, 岡沢養三：北海道馬鈴薯採種組合連合会資料, (5), 1 (1949).
(38) ——, ——：札幌博物会報, **19**, 1 (1950).
(39) ——, 酒井隆太郎：北大農邦文紀要, **1**, 22 (1951).
(40) 田口啓作, 西入恵二：東北農業, **5**, 124 (1952).
(41) 高橋敏秋, 栗原広志, 高野泰吉, 佐野 泰：園研集録, **7**, 135 (1955).
(42) 玉置 秩, 中 潤三郎：日作紀, **26**, 128 (1957).
(43) ——, ——, 藤田 勲：香川大農学報, **9**, 119 (1958).
(44) ——, ——：日本作物学会四国支部紀事, (1), 12 (1958).
(45) ——, ——：未発表
(46) Timm, H., Bishop, J. C., Hoyle, B. J.; *Amer. Potato J.*, **36**, 115 (1959).
(47) Wort, D. I.: *Plant Physiol.*, **26**, 50 (1951).
(48) Yasuda, G. K., Payne, M. G., Fults, J. L.: *Nature*, **176**, 1029 (1955).

Summary

Previous papers describing the effects of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D), 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid (2, 4, 5-T) and maleic hydrazide (MH) foliage sprays on potato plants indicated. (1) 2, 4-D and 2, 4, 5-T retarded the growth of tops and tubers temporarily, but later caused the better yields and high starch contents of tubers, (2) MH inhibited the growth of plants and stored

considerable quantities of assimilates in tops, and consequently decreased the yields and starch contents of tubers.

In order to obtain some informations concerning the effects of combination foliage sprays at the full bloom stage with 2, 4-D and MH on the growth, the variations of carbohydrate and nitrogen contents of potato plants and on the sprout inhibition of harvesed tubers, the present study was carried out, using the variety "Potato Nōrin No. 1" as material. The experimental results obtained may be summarized as follows:

1. In 7～10 days after treatment, the retarded growth of plants with the wilting and the curling of leaves, petioles and stalks was observed similarly to 2, 4-D sprayed. Thenceforth the effect of MH appeared; the leaves and stalks grew thicker and developed the red pigment. These appearances, however, were recognized less rapidly and less severely than 2, 4-D or MH sprayed alone.

2. The weight of petioles and stalks increased and that of leaves and tubers decreased as compared with untreated controls.

3. In the control plots, the carbohydrate which were stored temporarily in tops translocated to tubers after the blooming stage. In the treated plots, however, the carbohydrate contents were generally similar to MH sprayed except that the reducing sugar increased in leaves, the non-reducing sugar decreased in stalks and starch contents increased in tubers. And at the same time, the low contents of non-reducing sugar in stalks and the high contents of starch in tubers were observed, resembling to 2, 4-D sprayed.

4. In the control plots, the nitrogen contents which were high in tops and tubers at the early developing stage decreased as the plants grew older. Whereas in the treated plots these processes were similar to those of MH sprayed except for the increase of protein-N in leaves as the case of 2, 4-D sprayed.

5. The combination foliage sprays with 2, 4-D and MH resulted in the severe reduction of sprout development and weight loss of tubers in 4 1/2 or 5 months stored potato.

6. Judging from the results obtained, it may be attributable that the combination foliage sprays with 2, 4-D and MH intensify the plant growth and increase the starch and nitrogen contents in tubers due to 2, 4-D as well as the effect of the sprout inhibition due to MH.

(Received November 30, 1960)

複二倍体作物とその両親作物との3者相互間の正逆交配により生ずる莢および種子の形質ならびに交雑和合性とこれらを支配する原因

桑田 晃

Studies on the characters of pods and seeds and the crosscompatibility in the reciprocal crosses among an amphidiploid crop and its two parents, as well as the causes controlling them

Hikaru KUWADA

I 緒 言

染色体数を異にする種，属間の交配においては，交配組合せの方向により，着莢あるいは着粒歩合を著しく異にする場合が多く，また，たとえ莢が得られても，莢中の種子数を著しく異にし，また F_1 種子が得られても，その発芽能力に著しい差異を示す場合がある．これらの問題に関しては，小麦，燕麦および煙草などで多くの研究(5,23,25,26,10,28,24,9,27,17,6,7,2,3)が行われた．その間，F_1 種子の発育経過などについての研究も行われた．しかして，現在迄の研究結果より，交配成功歩合が，染色体数の多い種を母親にした場合に良い結果の得られる例として *Triticum*, *Nicotiana*, *Galeopsis*, *Aegilops* および *Avena* のある種間の交配などがあり，これに反して，該歩合が染色体数の少ない種を母親にした場合に良い結果の得られる例として，*Campanula*, *Helianthus*, *Nicotiana* および *Avena* のある種間の交配などが見られ，また該歩合が両親の染色体数の多少に無関係の例として，*Aegilops*, *Brassica* および *Nicotiana* のある種間の交配などがあげられている．

一方，人為的に育成された同質倍数体の原種に対する交雑和合性については，諸種の材料について研究が行われ，植物の種類によって，4種の型に大別されることが認められた(18)．しかし人為的に育成された複二倍体作物の両親作物に対する交雑和合性についての研究は比較的少なく，*Raphano-brassica* および *Triticale* と各々の両親との間の組合せなどにみられるに過ぎない．

筆者はさきに，オクラとトロロアオイとの間の正逆交雑，育成された複二倍体作物糊麻とその両親作物との間の正逆雑種における交雑和合性，ならびにそれら雑種の諸形質および還元分裂について報告(13, 14)した．本報では，これら3作物の間に行った6種の正逆交配により生ずる莢および種子の形質ならびに交雑和合性に関する問題につき，従来の研究結果を考慮にいれて纒めた結果を報告する．

II 実験材料および方法

供試材料は前2報(13,14)において報告した研究に用いたものと同一で，本報で取り扱つた項目は着生した莢および種子の大きさ，着莢歩合，種子稔性，F_1 種子の発芽歩合および交配成功歩合である．それぞれの調査に使用の花数，莢数および種子数は実験結果の所で示す．

基礎材料であるオクラとトロロアオイとの体細胞における染色体数はそれぞれ124および68である．この両種のゲノム構成は不明であるが，すでに報告(13)した如く，両種の間の正逆交雑における F_1 の還元分裂では，最高14個迄の相同染色体が認められ，残りの染色体は非相同である．したがつて，正逆雑種に含まれる $2n$ 96 の多数の染色体数に比ぶれば，相同染色体数は著しく少ない．またさきの報告(14)の如く，糊麻とオクラとの間の正逆雑種およ

び糊麻×トロロアオイの F_1 の還元分裂ではそれぞれ最高131および75の相同染色体が認められた．したがつて両種の雑種に含まれるそれぞれ $2n=158$ および $2n=130$ においては，前者の雑種の方が後者より相同染色体数は多い．本報では，オクラの配偶子の染色体の組をA，トロロアオイのそれをBと仮定すると，両種の間の正逆交雑の F_1 は体細胞で AB，糊麻とオクラとの間の正逆雑種は同じく AAB，糊麻×トロロアオイの F_1 は同じく ABB の染色体構成となる．しかしてこれら3種の雑種においては，相同染色体数は AAB が最も多く，次は ABB で，最後は AB であることを示す．

Ⅲ 実験結果および考察

1. 着色した蒴の大きさ

蒴の大きさ，とくにその長さはオクラがトロロアオイより著しく勝り，糊麻は両者のほぼ中間であるが，厚さおよび周囲長は，糊麻はオクラと殆んど同じで，ともにトロロアオイに稍々勝る．これら3作物間の6種の交配組合せにより生じた蒴の大きさは第1表に示す如くである．生じた蒴の大きさは，オクラ×トロロアオイにおいて，その長さ，厚さおよび周囲長がオクラの自殖の場合より稍々小さかつた以外は，いずれの交配組合せにおいても，母親の自殖の場合と大差なかつた．オクラ×トロロアオイにおける蒴の大きさについての上述の事実はさきの報告[12]において述べた所である。

第1表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配により着生した蒴の大きさ

交配組合せ	調査蒴数	蒴長（cm）	蒴の厚さ（cm）	蒴周囲長（cm）
オクラ×トロロアオイ	23	10.2	1.9	5.9
トロロアオイ×オクラ	24	4.5	2.6	7.8
糊麻×オクラ	40	8.9	2.6	7.6
オクラ×糊麻	40	16.8	2.6	7.7
糊麻×トロロアオイ	40	8.9	2.2	6.5
トロロアオイ×糊麻	40	5.2	2.5	7.7
オクラ自殖	30	16.9	2.7	8.0
トロロアオイ自殖	30	4.9	2.4	6.9
糊麻自殖	30	9.8	2.7	8.4

2. F_1 種子の大きさ

種子の大きさはオクラがトロロアオイより大きく，糊麻は両者の略々中間である．これら3作物間の6種の交配組合せの F_1 種子の大きさは第2表に示す如くである．交配組合せによっては，F_1 種子の大きさが母親の自殖の場合と殆んど同じであり，またより大きくなり，あるいはより小さくなる．

種子の大きさを異にする種，属間の雑種および複二倍体の種子の大きさについては種々の研究がある．Buxton & Newton[4]によると，*Digitalis* の種間の F_1 種子の大きさは両親の中間である．寺沢[21,22]は *Brassica chinensis* と *Raphanus sativus* との複二倍体である *Brassico-raphanus* では，種子の大きさは両親の中間であると報

第2表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配により着生した種子の大きさ

交配組合せ	調査種子数	種子の長さ（mm）	種子の幅（mm）	種子の厚さ（mm）
オクラ×トロロアオイ	125	4.3	3.6	3.7
トロロアオイ×オクラ	40	3.8	4.0	2.3
糊麻×オクラ	100	4.2	3.4	3.4
オクラ×糊麻	100	5.5	4.9	4.9
糊麻×トロロアオイ	100	3.6	3.0	3.1
トロロアオイ×糊麻	100	3.6	2.8	2.7
オクラ自殖	50	5.1	4.6	4.5
トロロアオイ自殖	50	3.8	3.2	2.4
糊麻自殖	50	4.6	4.3	4.1

じている．しかし Sears[19] によると，*Triticum* および *Aegilops* において複二倍体の種子は両親のいずれよりも大である．Kostoff[11] は *Nicotiana* において，種の染色体数が増加すると，種子は大きくなるが，複二倍体においては，両親の種子の大きさに著しい差異のない時は，両親のいずれよりも大であり，著しい差異のある時は，それらの平均値より大であると報じている．

本実験において，トロロアオイ×オクラおよびトロロアオイ×糊麻では，F_1 種子の大きさが母親の自殖種子と同じである．この場合はいずれも，トロロアオイが母親であるが，これは既に報告[13] した如く，トロロアオイは phenospermy の現象を呈する故，交配に用いた花粉親の種類に拘らず，F_1 種子は自殖種子と同様の大きさになるものと思われる．オクラ×糊麻では，F_1 種子は母親の自殖種子より大きくなる．オクラ×トロロアイ，糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイでは，F_1 種子は母親の自殖種子より小さい．

従来，小麦および燕麦の種間の交雑における F_1 種子の発芽力には

$$\frac{\text{雄核のゲノムの数}}{\text{雌核のゲノムの数}}=\mathrm{E},\ \text{および}\ \frac{\text{雄核のゲノムの数}}{\text{極核のゲノムの数}}=\mathrm{P}$$

が関係すると言われている[10]．F_1 種子の発芽力には種子内容の充実度，ひいてはその大きさにも関係すると思われる．本実験において，ゲノムの代りにAおよびBを用いて諸種の交配組合せにおけるEおよびPの値を示すと第3表の如くである．トロロアオイは phenospermy の現象を呈する故，これが母親である交配組合せを除くと，E

第3表　オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の交配組合せと染色体構成の差異

交配組合せ	$\frac{\text{雄核の染色体の組の数}}{\text{雌核の染色体の組の数}}=E$	$\frac{\text{雄核の染色体の組の数}}{\text{極核の染色体の組の数}}=P$	染色体数または その多少	相同 染色体数
オクラ×トロロアオイ	$\frac{B}{A}=1$	$\frac{B}{AA}=\frac{1}{2}$	多×少	0～14
トロロアオイ×オクラ	$\frac{A}{B}=1$	$\frac{A}{BB}=\frac{1}{2}$	少×多	
糊麻×オクラ	$\frac{A}{AB}=\frac{1}{2}$	$\frac{A}{AABB}=\frac{1}{4}$	多×少	124～131
オクラ×糊麻	$\frac{AB}{A}=2$	$\frac{AB}{AA}=1$	少×多	
糊麻×トロロアオイ	$\frac{B}{AB}=\frac{1}{2}$	$\frac{B}{AABB}=\frac{1}{4}$	多×少	68～75
トロロアオイ×糊麻	$\frac{AB}{B}=2$	$\frac{AB}{BB}=1$	少×多	
オクラ自殖	$\frac{A}{A}=1$	$\frac{A}{AA}=\frac{1}{2}$	2n=124	
トロロアオイ自殖	$\frac{B}{B}=1$	$\frac{B}{BB}=\frac{1}{2}$	2n=68	
糊麻自殖	$\frac{AB}{AB}=1$	$\frac{AB}{AABB}=\frac{1}{2}$	2n=192	

およびPの値は，オクラ×糊麻では夫々2および1，糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイではともにそれぞれ$\frac{1}{2}$および$\frac{1}{4}$，オクラ×トロロアオイではそれぞれ1および$\frac{1}{2}$となる．またオクラ，トロロアオイおよび糊麻は自殖では常に $E=1$，$P=\frac{1}{2}$ である．そこで F_1 種子の発芽力に関与する上記のEおよびPの考えを，F_1 種子の大きさに適用して考察すると次の如くである．母親の自殖より F_1 種子が大きくなるオクラ×糊麻では，EおよびPの値は母親の自殖より大きく，同じく小さくなる糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイでは，EおよびPの値は母親の自殖より小さい．

本実験において，糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイの F_1 種子がオクラ×トロロアオイのそれと同様，それぞれの母親の自殖種子より小さいことおよび糊麻×オクラの F_1 種子が母親の自殖種子より小さく，逆交配でのそれが母親の自殖種子より大きいことは，両親の間の相同染色体数の多少が F_1 種子の大きさには無関係と言えよう．

交雑における受精後の胚の発育と種子の大きさとの関係を，種子の完然期に近い授粉後30日目において比較すると第4表に示す如くである．すなわち母親の自殖種子より F_1 種子が大きくなるオクラ×糊麻では，胚の長さ，幅および幼根の太さはいずれも母親の自殖種子と変らない，母親の自殖種子より F_1 種子が小さくなるオクラ×トロロアオイ，糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイのうち，糊麻×オクラでは，胚の長さ，幅および幼根の太さは

第4表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配における授粉後30日目の胚および種子の大きさ（調査種子数は約50粒）

交配組合せ	胚の大きさ (mm)			種子の大きさ (mm)	
	長さ	幅	幼根の太さ	長さ	幅
オクラ×トロロアオイ	4.2	2.9	1.0	5.9	4.2
トロロアオイ×オクラ	—	—	—	4.9	3.4
糊麻×オクラ	4.2	3.1	1.7	5.0	4.0
オクラ×糊麻	5.0	3.6	1.6	6.7	5.7
糊麻×トロロアオイ	3.4	1.8	1.0	4.7	3.7
トロロアオイ×糊麻	—	—	—	4.7	3.4
オクラ自殖	4.9	3.4	1.5	6.1	5.1
トロロアオイ自殖	3.8	2.4	1.1	4.7	3.4
糊麻自殖	4.4	3.2	1.6	5.6	4.9

いずれも母親の自殖種子と殆んど変らないが，他の2つの交配組合せでは，これらの大きさはいずれも母親の自殖種子より小さく，かつ糊麻×トロロアオイの方がオクラ×トロロアオイより胚および種子の小さくなる割合は著しかった，母親の自殖種子と F_1 種子の大きさが変らないトロロアオイ×オクラおよびトロロアオイ×糊麻については，胚の大きさを測定することは出来なかった．

以上の結果よりすれば，胚が小さくなったために種子も小さくなったと思われる交配組合せもあるが，胚の大きさが母親の自殖の場合と殆んど同じでありながら，種子の小さくあるいは大きくなった交配組合せおよび胚の無いにも拘らず，種子の大きさのみは正常な交配組合せのあることは，胚の有無，大小が必ずしも種子の大小を決定しないことを示すものと思われる，

3 着蒴歩合

オクラと糊麻との自殖ではいずれも90ないし100%の着蒴歩合を示すが，トロロアオイの自殖のそれは0から80%で，著しい変異を示す．これはトロロアオイには植物体の生育段階および環境にもとづく落蒴があるためである[15]．

上記3作物間の6種の交配組合せにおける着蒴歩合は第5表に示す如くである．なお前報[13]にも報告した如く，トロロアオイが母親の場合には，着蒴に細胞質が関与する故，本実験でも，トロロアオイが母親の場合は例外として考える必要がある．糊麻×オクラ，逆交配および糊麻×トロロアオイがオクラ×トロロアオイより着蒴歩合の高いことは，明らかに AAB および ABB の場合の方が AB の場合より着蒴が良好であることを示す．またオクラ×トロロアオイ，糊麻×オクラおよび糊麻×トロロアオイがそれぞれの逆交配より高い着蒴歩合を示すことは，トロロアオイが母親の場合は例外として取り扱うとしても，染色体数の多い種を母親とした方がその逆の場合より着蒴は良好であることを示す．

第5表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配における着蒴歩合

交配組合せ	交配花数	着蒴数	着蒴歩合 (%)
オクラ×トロロアオイ	123	80	65.0
トロロアオイ×オクラ	130	59	45.4
糊麻×オクラ	121	109	90.1
オクラ×糊麻	122	100	82.0
糊麻×トロロアオイ	116	104	89.7
トロロアオイ×糊麻	130	77	59.2
オクラ自殖	—	—	90～100
トロロアオイ自殖	—	—	0～80
糊麻自殖	—	—	90～100

染色体数を異にする種，属間の交雑における着蒴歩合については次の3つの場合がある．(i) 染色体数の多い種を母親とした方が着蒴歩合の大きい例として，*Nicotiana* の種間の交配[5]，*Brassica* と *Raphanus* の属間の交配[8]など．(ii) これに反して，染色体数の少ない種を母親とした方が該歩合の大きい例として，*Nicotiana* の種間の交配[1]，*Helianthus* の種間の交配[24]など．(iii) また該歩合が両親の染色体数の多少に無関係の例として，*Brassica*

と *Raphanus* の属間の交配[20]など．本実験は (i) の場合に属すると言えよう．

4. 種子稔性

オクラおよびトロロアオイの一蒴中の種子数は100蒴の平均で，それぞれ75.6粒および53.9粒であるが，糊麻のそれは両親よりも少なく，24.6粒である．かくの如く3作物の自殖における一蒴中の種子数に著しい差異がある故，母親の自殖時の一蒴中の種子数に対する交配して得た蒴の種子数の割合をもって，種子稔性を比較すると第6表に示す如くである．また胚珠数に対する種子数の割合をもって，種子稔性を比較すると，オクラおよびトロロアオイ

第6表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配における種子稔性

* 母親の自殖時の種子数に対する交配して得た蒴の種子数の割合

※ 胚珠数に対する種子数の割合

( ) 内は偽種子（本文参照）を除き，生育し得る種子のみの実数または割合

交配組合せ	調査蒴数	種子数	一蒴中の平均種子数	種子稔性(%)*	種子稔性(%)※
オクラ×トロロアオイ	80	2104	26.3	34.8	19.1
トロロアオイ×オクラ	59	866(2)	14.7(0.03)	27.3(0.06)	13.5(0.03)
糊麻×オクラ	109	1560	14.3	58.1	15.4
オクラ×糊麻	100	5663	56.6	74.9	41.0
糊麻×トロロアオイ	104	1030	9.9	40.2	10.7
トロロアオイ×糊麻	77	1894(0)	24.6(0.00)	45.6(0.00)	22.5(0.00)
オクラ自殖	—	—	75.6	—	54.8
トロロアオイ自殖	—	—	53.9	—	49.4
糊麻自殖	—	—	24.6	—	26.5

のそれはいずれも約50%で大差は認められないが，糊麻のそれは両親の約半分である．これにより両親および諸種の交配組合せの種子稔性を比較すると，同じく第6表に示す如くである．

トロロアオイが母親である2種の交配組合せでは，トロロアオイが phenospermy の現象を呈する故，外観上は完全な種子の如く見えても，内容が空虚な種子が大部分である．かかる種子を偽種子 (Pseudo-seed) として，正常な生活力ある種子と区別すると，正常な種子はトロロアオイ×オクラで2粒得られたが，トロロアオイ×糊麻では1粒も得られなかった．故にかかる交配組合せの種子稔性は一応考慮外とする．

種子稔性がオクラ×糊麻では他の交配組合せより稍々著しく高いのは AAB であり，かつ母親の種子稔性も高いためであろう．オクラ×糊麻，トロロアオイ×糊麻およびトロロアオイ×糊麻の種子稔性がそれぞれの逆交配より高いのは，相同染色体数は同じであるが，母親の種子稔性が高いためであろう．また糊麻×オクラが糊麻×トロロアオイより，オクラ×糊麻がトロロアオイ×糊麻より，いずれも種子稔性が高いのは，AAB の方が ABB より種子稔性に大きく影響するものと思われる．

なお種子稔性には胚，内胚乳および子房組織内における染色体構成またはゲノムの種類と数との関係が著しく影響する，すなわち，Thompson[23] および若桑[25] によれば，*Triticum* において，内胚乳のゲノムが $3x$ の状態の時に種子の発育は正常であり，$1x$，$2x$ の状態のゲノムが多く存在する程，種子の発達は悪く，その発芽力も弱まる．Müntzing[16] によれば，*Galeopsis* で，雑種々子の発達は胚，内胚乳および子房組織内のゲノム数が正常比である 2：3：2 から遠ざかるにしたがって，種子の発育が阻害される．Watkins[28] によれば，*Triticum* で，胚および内胚乳のゲノム数の比が正常比 (2：3) に遠ざかるにしたがって，種子の発育が不良となる．本実験の諸種の交配組合せにおける胚，内胚乳および子房組織内の染色体の組の比をみると第7表に示す如くである．オクラ×トロロアオイおよび逆交配では，該比が 2：3：2 の正常比でありながら，種子稔性の比較的低いのは，AあるいはB単位についての該比がいずれも 1：2：2 あるいは 1：1：0 であるためであろう．またオクラ×糊麻およびトロロアオイ×糊麻の種子稔性がそれぞれの逆交配より高いのは，AあるいはB単位についての該比がいずれも 2：3：2 でありながらも，全体の該比が 2：3：2 により近いためといえよう．さらに，糊麻×オクラは糊麻×トロロアオイより，オクラ×糊麻はトロロアオイ×糊麻より種子稔性が共に高いのは，該比が前者では同じく 3：5：4 で

第7表　オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の交配組合せと胚，内胚乳および子房組織における染色体構成

交配組合せ	胚の染色体 数	胚の染色体 組	内胚乳の染色体 数	内胚乳の染色体 組	子房組織の染色体	染色体の組の比 胚：内胚乳：子房
オクラ×トロロアオイ	96	AB	158	AAB	AA	2：3：2
トロロアオイ×オクラ			130	ABB	BB	2：3：2
糊麻×オクラ	158	AAB	254	AAABB	AABB	3：5：4
オクラ×糊麻			220	AAAB	AA	3：4：2
糊麻×トロロアオイ	130	ABB	226	AABBB	AABB	3：5：4
トロロアオイ×糊麻			164	ABBB	BB	3：4：2
オクラ自殖	124	AA	186	AAA	AA	2：3：2
トロロアオイ自殖	68	BB	102	BBB	BB	2：3：2
糊麻自殖	192	AABB	288	AAABBB	AABB	4：6：4

あり，後者では同じく 3：4：2 であるにも拘らず，前者では糊麻×オクラがAについて該比が 2：3：2，糊麻×トロロアオイがBについて該比が 2：3：2 でありながら，後者ではオクラ×糊麻はAについて該比が 2：3：2，トロロアオイ×糊麻はBについて該比が 2：3：2 であるためであろう．これは同じく糊麻との交配においても，AAB の方が ABB よりも相同染色体数が多いためといえよう．

5　F_1 種子の発芽歩合

オクラ，トロロアオイおよび糊麻の種子の発芽歩合はいずれも90%あるいはそれ以上の値を示す．これら3作物間の6種の交配組合せの F_1 種子の発芽歩合は第8表に示す如くである．トロロアオイ×オクラの F_1 種子の発芽歩合が著しく低く，トロロアオイ×糊麻のそれは1粒も発芽しなかったのは，やはりトロロアオイには phenospermy による偽種子が多いためである．したがってこの2種の交配のF_1種子の発芽歩合は考慮外とする．他の4種の交配組合せの F_1 種子の発芽歩合は，オクラ×糊麻はオクラ×トロロアオイより，糊麻×オクラは糊麻×トロロアオイより，いずれも高い．これは AAB の場合は ABB および AB の場合より，F_1 種子の発芽歩合の高いことを示す．また糊麻とオクラとの正逆交配の F_1 種子では同じくAAB であるにも拘らず，オクラ×糊麻のF_1 種子が逆交配の それより発芽歩合の高いのは前述のEおよびPが関与しているためであろう．すなわちEおよびPの値は常にオクラ×糊麻の方が逆交配より高い．なおEおよびPの値を他の交配組合せについてみると，オクラ×糊麻のEおよびPの値は常にオクラ×トロロアオイより大であり，ためにその F_1 種子の発芽歩合も高いものであろう．

第8表　オクラ，トロロアオイおよび麻糊相互間の正逆交配による F_1 種子の発芽歩合

交配組合せ	播種粒数	発芽数	発芽歩合 (%)
オクラ×トロロアオイ	192	93	48.4
トロロアオイ×オクラ	242	4	1.7
糊麻×オクラ	122	75	61.5
オクラ×糊麻	190	149	78.4
糊麻×トロロアオイ	118	51	43.2
トロロアオイ×糊麻	125	0	0.0
オクラ自殖	—	—	90～100
トロロアオイ自殖	—	—	90～100
糊麻自殖	—	—	90～100

6　交配成功歩合

以上述べた着莢歩合，種子稔性および F_1 種子発芽歩合の3者の積をもって交配成功歩合とすると，3作物間の6種の交配組合せの交配成功歩合は第9表に示す如くである．すなわちトロロアオイを母親とする2種の交配組合せは該歩合が著しく低いので考慮外とする．交配成功歩合は糊麻とオクラとの正逆交配が他の2つの交配組合せより高いことは AAB が ABB および AB の場合よりも該歩合の良好であることを示す．

トロロアオイを母親とする2種の交配組合せを除き，交配成功歩合には，着莢歩合，種子稔性および発芽歩合に関与したところの相同染色体数の多少，両親の染色体数の多少が影響することは当然であるが，母親の種子稔性，

第9表 オクラ，トロロアオイおよび糊麻相互間の正逆交配における交配成功歩合
＊，※は第6表に同じ
＊＊，※※は夫々＊，※を用いた時の交配成功歩合

交配組合せ	着莢歩合	種子稔性 (%)		発芽歩合 (%)	交配成功歩合 (%)	
		＊	※		＊＊	※※
オクラ×トロロアオイ	65.0	34.8	19.1	48.4	10.9	4.75
トロロアオイ×オクラ	45.4	27.3	13.5	1.7	0.2	0.10
糊麻×オクラ	90.1	58.1	15.4	61.5	32.2	8.53
オクラ×糊麻	82.0	74.9	41.0	78.4	48.2	26.36
糊麻×トロロアオイ	89.7	40.2	10.7	43.2	15.6	4.15
トロロアオイ×糊麻	59.2	45.6	22.5	0.0	0.0	0.00

EおよびPの値の大きさが特に大きく関与するようである．すなわち母親の種子稔性が高く，EおよびPの値が大きい程，交配成功歩合は高い．

VI 摘　　要

(1) 複二倍体作物糊麻とその両親作物であるオクラおよびトロロアオイとの3者の間に正逆交配を行い，生ずる莢および種子の大きさ，着莢歩合，種子稔性，発芽歩合ならびに交配成功歩合につき研究を行った．

(2) 諸種の交配組合せにより生ずる莢の大きさはオクラ×トロロアオイにおいて，オクラの自殖の莢よりやゝ小さかった以外は，いずれの交配組合せにおいても母親の自殖の莢と大差なかった．

(3) 種子の大きさはオクラが最も大きく，トロロアオイが最も小さく，糊麻はほゞその中間である．諸種の交配組合せにおける F_1 種子の大きさは，両親の間の相同染色体数の多少には無関係で，$E = \frac{\text{雄核の染色体の組の数}}{\text{雌核の染色体の組の数}}$ および $P = \frac{\text{雄核の染色体の組の数}}{\text{極核の染色体の組の数}}$ の値の大きさにより決定された．特に自殖では，$E = 1$，$P = \frac{1}{2}$ であるが，諸種の交配組合せにおける F_1 種子の大きさはEおよびPの値がそれぞれ1および $\frac{1}{2}$ より大い時は自殖種子より大きく，1および $\frac{1}{2}$ より小さい時は自殖種子より小さくなった．

(4) 諸種の交配組合せにおける着莢歩合は交配に用いた両親の間の相同染色体数の多少に関係を有し，その数の多い方が少ない方よりも該歩合は高い．かつ染色体数の多い種を母親にした方が逆の場合より該歩合は高かった．

(5) 種子稔性は着莢歩合と同様，相同染色体数の多少に関係を有し，その数の多い方が少ない方よりも該歩合は高い．かつ自殖の時に種子稔性の高い種を母親にした方が逆の場合より該歩合は高かった．

(6) F_1 種子の発芽歩合は相同染色体数の多少に関係を有し，その数の多い方が少ない方よりも該歩合は高い，かつEおよびPの値が大きい程該歩合は高かった．

(7) 交配成功歩合は着莢歩合，種子稔性および F_1 種子の発芽歩合に関与したところの相同染色体数の多少，両親の染色体数の多少が関係するが，母親の種子稔性，EおよびPの値も該歩合に大きく影響した．

(8) トロロアオイが phenospermy の現象を呈し，Pseudo-seed の出来ること，トロロアオイの着莢には植物体の生育段階および環境に基ずく落莢があり，かつトロロアオイが母親の場合には細胞質が着莢に関与することなどより，F_1 種子の大きさ，着莢歩合，種子稔性，F_1 種子の発芽歩合および交配成功歩合については，トロロアオイが母親の場合の交配は例外と認めざるを得ない．

V 引用文献

(1) Brieger, F.: Über die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Bastard *Nicotiana tabacum L.* × *N. Rusbyi* Britt., *Zeit. f. induk. Abst.-u.-Vererbungsl.*, **46**, (1928).

(2) Brink, R.A. & Cooper, D.C.: The antipodals in relation to abnormal endosperm behavior in *Hordeum jubatum* × *Secale cereale* hybrid seed. *Genetics*, **29**, (1944a).

(3) ——, —— & Ausherman, L. E.: A hybrid between *Hordeum jubatum* and *Scale cereale*, *J. Hered.*, **35**, (1944b).

(4) Buxton, B. H. & Newton. W. C. F.: Hybrids of *Digitalis ambigua* and *D. purpurea*, their fertility and cytology, *Jour. Genet.*, **19**, (1928).

(5) Christoff, M.: Cytological studies in the genus *Nicotiana*, *Genetics.*, **13**, (1928).

(6) Cooper, D.C. & Brink, R.A.: Somatoplastic sterility as a cause of seed failure following interspecific hybridization. *Genetics*, **25**, (1940).

(7) —— & ——: Collapse of the seed following the mating of *Hordeum jubatum*×*Secale cereale*, *Genetics*, **29**, (1944).

(8) Fukushima, E.: Preliminary report on *Brassica-Raphans* hybrids, *Proc. Imp. Acad.*, **5**, (1929).

(9) Katayama, Y.: Crossing experiments in certain cereals with special reference to different compatibility between the reciprocal crosses, *Memoirs of the College of Agr. Kyoto Imp. Univ.*, No. **27**, (Genetical Series No. 2), (1933).

(10) Kihara, H. & Nishiyama. I.: Different compatibility in reciprocal crosses of *Avena*, with special reference to tetraploid hybrids between hexaploid and diploid species [The genetics and cytology of certain cereals. III], *Jap. Jour. Bot.*, **6**(2), (1932).

(11) Kastoff, D.: Studies on polyploid plants XXI Cytogenetic behavior of the allopolyploid hybrids *Nicotiana glauca GRAH.* × *N. Lang sdorffii WEINN.*, and their evolutionary significance, *Jour. Genet.*, **37**, (1938).

(12) 桑田晃；オクラ×トロロアフヒに於て両親の品種を異にする場合の交雑成功率に就いて（予報），香川農専研究報告，**1**(3)，(1950).

(13) ——；オクラ及びトロロアフヒの正逆交配における交配可能度並びに F_1 の形質及び還元分裂，育種学雑誌，**7**(2)，(1957a).

(14) ——；育成複二倍体作物とその両親作物との間の正逆交雑における交雑和合性 並びに生じた雑種の形質及び還元分裂，育種学雑誌，**7**(2)，(1957b).

(15) ——：トロロアオイの開花結実に関する研究（未発表）

(16) Müntzing, A.: Über Chromosomenvermehrung in *Galeopsis*-Kreuzungen und ihre phylogenetische Bedeutung, *Hereditas*, **14**, (1930).

(17) ——: Hybrid incompatibility and the origin of polyploidy, *Hereditas*, **18**, (1933).

(18) 西山市三，柄沢博美：人為的倍数植物の研究（18報），トウガラシに於ける三倍性交雑不和合について，育種学雑誌，**3**(4)，(1954).

(19) Sears, E.R.: Amphidiploid in seven-chromosome *Triticinae*, *Univ. Missouri*, *Agri. Exp. Sta. Res. Bull.*, **336**, (1941).

(20) Terasawa, Y. & Shimotomai, N.: Bastardierungsversuche bei *Brassica* und *Raphanus*, *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, Ser. **4**, Biol. **3**, (1928).

(21) 寺沢保房；体菜と大根との交配により育成したるテトラプロイド雑種，遺伝学雑誌，**7**，(1932).

(22) ——：ブラシコラフアナスの形態に就いて，日作紀，**6**，(1934).

(23) Thompson, W. P.: Shrivelled endosperm in species crosses in wheat, its cytological causes and genetical effects, *Genetics*, **15**, (1930).

(24) Wagner, S.: Artkreuzungen in der Gattung *Helianthus*, *Zeit. f. indukt. Abst.-u.- Vererbungsl.*, **61**, (1932).

(25) 若桑俊一郎：小麦種間交雑に於ける着粒歩合と発芽能力との関係，遺伝学雑誌，**6**(2)（1930).

(26) ——：小麦種間相反交雑に於ける胚及び胚乳発育の差異，遺伝学雑誌 **8**，(1933).

(27) Wakakuwa, Sh.: Embryological studies on the different seed development in reciprocal interspecific crosses in wheat, *Jap. Jour. Bot.*, **7**, (1934).

(28) Watkins, A.E.: Hybrid sterility and incompatibility, *Jour. Genet.*, **25**, (1932).

Résumé

(1) Cross pollinations were reciprocally made among *A. esculentus*, *A. Manihot* and "Nori-Asa" (glutinous-hemp) which is the amphidiploid between them. in order to make study the size of pods and seeds obtained, set % of pods, seed fertility, the germination % of F_1 seeds and the success % of crosses.

(2) With the exception of *esculentus*×*Manihot* in which the size of pods was smaller than that of

the selfed mother, the size of pods obtained was almost the same as that of the selfed mother.

(3) The size of seeds was the largest in *esculentus*, medium in "Nori-Asa" and the smallest in *Manihot*. The size of F_1 seeds obtained by crossing was found to be determined by the values of

$$E=\frac{\text{The number of sets of chromosomes in male nucleus}}{\text{The number of sets of chromosomes in female nucleus}}$$

and

$$P=\frac{\text{The number of sets of chromosomes in male nucleus}}{\text{Tne number of sets of chromosomes in polar nuclei}},$$

notwith standing the number of homologous chromomes between two parents used. Especially if the values of E and P were larger or smaller than those of the selfed mother, the size of F_1 seeds was larger or smaller correspondingly than the seeds of selfed mother, showing the values of E and P were always 1 and $\frac{1}{2}$ respectively.

(4) The set % of pods was effected by the existance of homologous chromosomes. The more the number of homologous chromosome was large, the higher was the set %. The same was effected by the direction of crosses, larger set % being shown in the cross higher chromosome number × lower number than in the reciprocal.

(5) The seed fertility was effected by the existance of homologous chromosomes as well as in the set % of pods. The same was effected by the direction of crosses, higher seed fertility being shown in the cross higher seed fertility × lower seed fertility in pods of the selfed mother than in the reciprocal.

(6) The germination % of F_1 seeds was effected by the existance of homologous chromosomes as well as in the set % of pods and the seed fertility. The same was effected by the values of E and P. The more the values of E and P were large, the higher was the germination % of F_1 seeds.

(7) The success % of crosses has certain relation with the existance of homologous chromosomes and the chromosome number in the parents which were effective to the set % of pods, the seed fertility and the germination % of F_1 seeds. Especially the seed fertility in mother plant and the values of E and P were more effective.

(8) In the crosses where *Manihot* was the mother plant, the pseudo-seeds were produced owing to phenospermy. Cytoplasm might have certain effect with the set of pods. This plant shows pod-falling by the stage of plant growth and environment. Accordingly the manifestation of above characters in the crosses where *Manihot* was mother plant were exceptional.

(Received November 1, 1960)

育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について

第 XXI 報 含水量を異にする土壌における種々の生理作用の消長

桑 田 晃

Studies on the differeces of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents

XXI On the variations of some physiological characters affected by the soil water supply

Hikaru Kuwada

I 緒 言

さきの第Ⅰ報(7)においては，複二倍体作物とその両親作物との耐旱性に関係ある諸性質について，第Ⅵ報(8)においては，乾燥状態の土壌におけるこれら3作物の生育について報告した．本報では，乾燥および湛水状態の土壌におけるこれら3作物の生理作用，特に生育に伴う草丈，葉数は勿論，葉緑素含量，蒸散量，呼吸量，細胞液の濃度ならびに葉と根の組織などにつき比較研究を行ったのでその結果を報告する．

本稿を草するにあたり，御指導を賜わった香川冬夫博士ならびに本実験に種々協力された研究室各位に対し，また本実験が文部省科学研究費の補助のもとに行われたことを附記して，ともに深甚の謝意を表する次第である．

Ⅱ 実験材料および方法

供試材料は第Ⅰ，Ⅵ報と同様，オクラ (*Abelmoschus esculentus*) ($2n=124$)，トロロアオイ (*A. Manihot*) ($2n=68$) およびその複二倍体である糊麻 (*A. glutino-textilis*) ($2n=192$)(4) の一系統の3作物である．実験は1952年と1953年とに行い，いずれも上塗の尺鉢を使用した．試験区は乾燥区，湛水区および普通区の3区である．乾燥区とは3作物の凋萎状況とにらみ合せて，約一週間に一度の割合で灌水した区である．湛水区とは土壌全部が常に水につかる程度に湛水した区である．普通区とは毎日灌水を行うことにより鉢植栽培の慣行法に準じた区である．1952年は各試験区一作物3鉢で，1953年は各試験区一作物2鉢で，各鉢によく精選した種子を50粒宛播種した．播種は1952年は5月12日，1953年は5月13日で，実験開始は1952年は6月9日，1953年は6月16日であり，それ迄は鉢植の慣行法により栽培して来たもので，2ないし3回の間引により，最後は1鉢3本仕立とした．実験項目は1952年では草丈，葉数，葉緑素含量，蒸散量，呼吸量，細胞液の濃度，乾物重および根の性状であるが，1953年では葉緑素含量の定量を繰り返し，さらに葉の組織および気孔状態である．調査は各年ともに原則として2週間毎に行い，1952年は7月31日迄，1953年は9月2日迄継続した．上記の実験項目の測定方法はいずれも第 XIX，XX 報(9, 10)と同様である．

Ⅲ 実 験 結 果

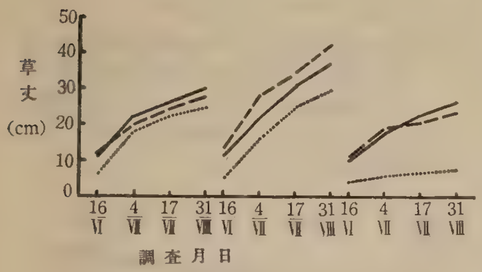
(1) 土壌の含水量

実験結果は第1表に示す如くである．土壌の含水量は普通区では 17.0～23.0%，乾燥区では 6.3～14.0%，湛水区では 32.0～40.0%であった．

第1表 土壌の含水量 (%)

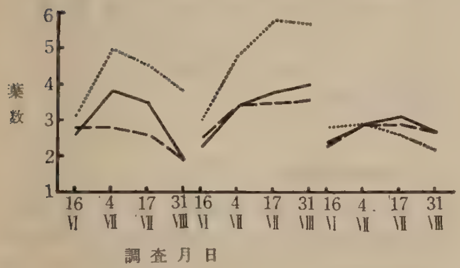
※印は1953年の成績, 他は1952年の成績

試験区＼調査月日	17/VI	19/VI	21/VI	5/VII	16/VII	5/VIII ※	1/IX ※
乾燥区	10.0	13.0	10.5	9.0	14.0	6.3	7.1
普通区	18.0	17.0	22.5	23.0	17.0	18.8	—
湛水区	32.0	38.0	40.0	37.0	37.0	33.5	36.4



第1図 草丈

〔註〕実線：オクラ　左は乾燥区
点線：トロロアオイ　中は普通区
破線：糊麻　右は湛水区



第2図 葉数

〔註〕第1図に同じ

(2) 草丈

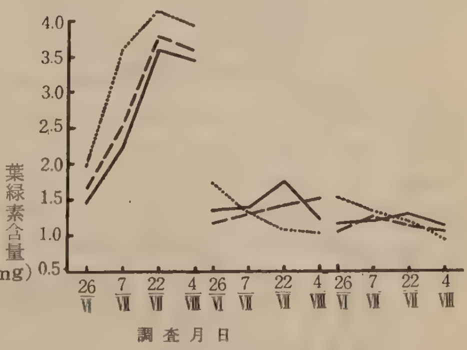
実験結果は第1図に示す如くである. 普通区では, 3作物ともに生育に伴ない草丈は伸長し, 常に糊麻が最も高く, 次にオクラ, トロロアオイの順であった. 乾燥区では, 3作物ともに草丈は普通区に比し低くなるが, その程度はトロロアオイが最も少なく, ためにトロロアオイの草丈はオクラ, 糊麻と著しい差異を示さなかった. 湛水区では, 3作物ともに草丈は普通区に比し著しく低くなり, その程度はトロロアオイが最も顕著であった.

(3) 葉数

実験結果は第2図に示す如くである. 普通区では, 3作物ともに生育の経過とともに葉数は増加し, トロロアオイはオクラ, 糊麻より著しく多かった. 乾燥区では, オクラ, トロロアオイは一時, 葉数は増加するが, 7月4日以後は減少し始め, 糊麻は7月4日以後には減少し始めた. しかして8月31日においてはオクラ, 糊麻は実験開始の6月16日の時よりも葉数は減少した. 湛水区では, 3作物間に葉数の差は殆んどないか, あるいはあっても極く僅かで, しかも3作物ともに8月31日においては実験開始の6月16日に比し葉数の増加は殆んど見られず, 特にトロロアオイはむしろ減少の傾向を示した.

(4) 葉緑素含量

実験結果は第3図に示す如くである. 普通区では, 葉緑素含量は6月26日にはトロロアオイが最も多く, 次にオクラ, 糊麻の順であるが, 日時の経過とともにトロロアオイは減少し, オクラ, 糊麻は増加した. しかしオクラの葉緑素含量は7月22日に最高値を示し, 以後減少した. 乾燥区では, 葉緑素含量は6月26日にはトロロアオイが最も多く, 次に糊麻, オクラの順であり, 3作物ともに日時の経過とともに著しく増加した. とくにその傾向はトロロアオイが最も顕著で, オクラ, 糊麻も同様に葉緑素含量は増加するが, 糊麻の方がオクラより稍々多かった. しかし3作物ともに7月22日以後は葉緑素含量は若干減少を示した. 湛水区では, 葉緑素含量は6月26日にはやはり普通区と同様であるが, 日時の経過とともにトロロアオイは減少するが,



第3図 葉緑素含量

〔註〕第1図に同じ

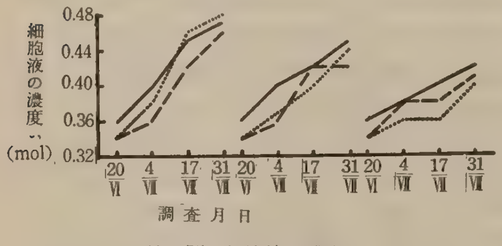
オクラ，糊麻は殆んど増加しないか，あるいは増加しても極く僅かであった.

(5)　呼　吸　量

実験結果は第４図に示すく如くである．呼吸量は普通区では，常にオクラが最も大で，次にトロロアオイ，糊麻の順であり，しかも３作物ともに日時の経過とともに増加の傾向にある．乾燥区では，実験開始後10日目の６月19日には呼吸量は普通区に比し，オクラ，糊麻は大差はないが，トロロアオイは著しく大で，しかもオクラ，糊麻より大であった．しかして３作物ともに日時の経過にも拘らず大きな増減を示さなかった．湛水区では，やはり６月19日には早くも３作物ともに呼吸量は普通区に比し著しく増加し，しかもオクラが最も大で，次に糊麻，トロロアオイの順であった．しかして３作物ともに６月19日より７月16日に至る間は呼吸量は大きな増減を示さないが，７月16日には著しい減少を示した.

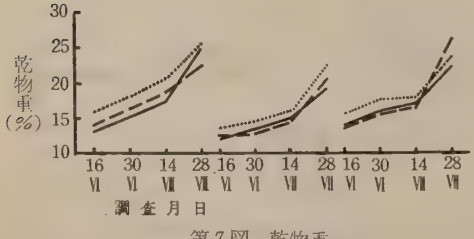
(6)　蒸　散　量

実験結果は第５図に示す如くである．蒸散量は普通区では，全期間を通じて，３作物ともに大きな増減を示さず，しかもオクラ，糊麻は殆んど同じで，ともにトロロアオイよりも多かった．乾燥区では，６月20日において既に３作物ともに普通区に比し蒸散量は少なく，３作物間では糊麻が稍々大きいようである．しかして３作物ともに７月17日迄は６月20日に比し，たいした増減を示さないが，それ以後は蒸散量は減少した。湛水区では，６月20において既に３作物ともに普通区より蒸散量は多くなり，しかも３作物間の差異は殆んど認められず，かつ日時の経過するも蒸散量に大きな増減は見られなかった.



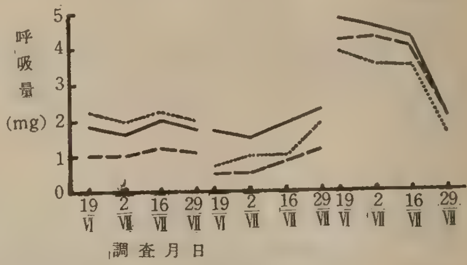
第６図　細胞液の濃度

〔註〕第１図に同じ



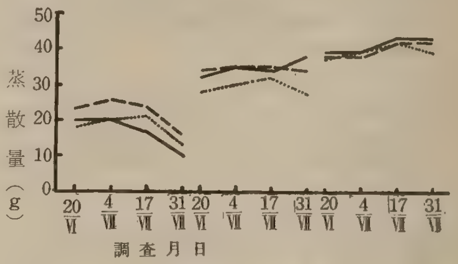
第７図　乾物重

〔註〕第１図に同じ



第４図　呼吸量

〔註〕第１図に同じ



第５図　蒸散量

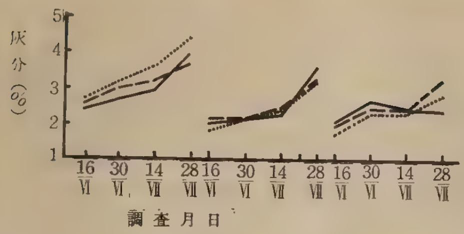
〔註〕第１図に同じ

(7)　細胞液の濃度

実験結果は第６図に示す如くである．細胞液の濃度は普通区では，６月20日にはオクラが最も高いが，３作物ともに日時の経過ととも高くなった．乾燥区および湛水区では，３作物ともにいずれも６月20日には普通区と殆んど大差は認められず，いずれも日時の経過とともに細胞液の濃度は高くなり，その程度は普通区に比し，乾燥区では稍々優り，湛水区では稍々劣るようである．しかして各試験区ともに，３作物間に顕著な差異は認められなかった.

(8)　葉の乾物重および灰分

実験結果は第７，８図に示す如くである．葉の乾物重および灰分は普通区では，３作物ともに日時の経過とともに増加した．しかして乾物重はトロロアオイがオクラ，糊麻より常に重いが，灰分は３作物間に大差は認められなかった．乾燥区では，乾物重，灰分いずれも３作物ともに普通区と同様の傾向を示したが，いずれも普通区より大であった．しかして３作物間ではトロロアオイの乾



第8図　灰　分

〔註〕第1図に同じ

物重，灰分は常にオクラ，糊麻より重かった．湛水区では，乾物重および灰分は6月16日より7月14日迄は普通区と同様の傾向を示すが，7月28日には糊麻が最も重かった．

(9)　根の乾物重および灰分

実験結果は第2表に示す如くである．乾物重は普通区では，主根，側根ともに3作物間に殆んど大差は認められなかった．乾燥区では，乾物重は主根，側根ともにオクラでは普通区では大差が認められなかった以外はトロロアオイ，糊麻ではいずれも普通区より重くなった．しかも本区では主根，側根いずれもトロロアオイの乾物重が最も重く，次に糊麻，オクラの順である．湛水区では，乾物重は主根では3作物間に大差なく，しかも普通区と略々同じであったが，側根では3作物ともに普通区より少なかった．灰分も乾物重と略々類似の傾向を示した．

第2表　根の乾物重(%)および灰分(%)

7月31日測定

試験区	作物名	主根 乾物重	主根 灰分	側根 乾物重	側根 灰分
乾燥区	オクラ	10.00	1.85	7.54	1.41
	トロロアオイ	15.20	2.02	9.09	2.26
	糊麻	13.60	1.88	8.56	1.66
普通区	オクラ	9.86	1.71	7.05	1.38
	トロロアオイ	10.90	1.56	7.17	1.33
	糊麻	10.90	1.54	6.17	1.31
湛水区	オクラ	9.30	1.39	5.92	1.28
	トロロアオイ	9.58	1.27	5.38	1.08
	糊麻	10.00	1.45	4.83	1.10

第3表　主根長

7月31日測定

試験区	作物名	根長(cm)
乾燥区	オクラ	26.7
	トロロアオイ	24.8
	糊麻	26.9
普通区	オクラ	42.8
	トロロアオイ	42.0
	糊麻	40.6
湛水区	オクラ	25.3
	トロロアオイ	6.8
	糊麻	19.6

(10)　根の大きさ

各試験区の主根長を7月31日の調査で示すと第3表の如くである．主根長は普通区，乾燥区では，ともに3作物間に大差なく，しかも後者は前者に比し著しく短かかった．湛水区では，主根長はオクラは乾燥区と殆んど同じであり，しかも3作物中最も長く，糊麻は普通区の約半分であり，トロロアオイは3作物中最も短かかった．

(11)　根の解剖学的性質

実験結果は第4表に示す如くである．乾燥区，湛水区における3作物の表皮の層の数および厚さは普通区に比し，オクラは殆んど変らないが，糊麻は不変かあるいは稍々減少の傾向を示し，トロロアオイは湛水区では減少するが，乾燥区では増加した．表皮と形成層との間の厚さは乾燥区と湛水区では，普通区に比し，トロロアオイは不変であるが，オクラは湛水区では増加し，乾燥区では減少し，糊麻は乾燥，湛水両区ともに減少した．形成層と髄中心部との間の厚さはオクラの乾燥，湛水両区ともに普通区に比し増加し，トロロアオイは普通区に比し，乾燥区では著しく増加し，湛水区では不変であった．髄部の直径は3作物いずれも乾燥，湛水両区においては普通区より減少した．なお皮層の細胞の形は乾燥区の3作物と普通区のオクラ，糊麻では正方形あるいは矩形であが，湛水区の3作物と

普通区のトロロアオイでは略々円形であった．

第4表 根の性状

※印はミクロメーターの目盛の読み（5 ×10）

試験区	作物名	表皮の層の数	表皮の厚さ※	表皮，形成層間の厚さ※	形成層，髄中心部間の厚さ※	髄部の直径※	皮層細胞の形
乾燥区	オクラ	3～4	6	65	96	16	□
	トロロアオイ	6	9	75～80	102～128	27～28	▭
	糊麻	6	9～10	82～84	98～109	28	□
普通区	オクラ	3～4	6	75～78	70～73	45	□
	トロロアオイ	3	6	80～92	55～85	41～43	○
	糊麻	7	12	85～104	152～222	40	□
湛水区	オクラ	3～4	7	93～105	95～102	35～42	○
	トロロアオイ	1～2	3	85～88	51～53	34～37	○
	糊麻	4	8～12	51～58	70～103	31	○

(12) 葉の組織

実験結果は第5表に示す如くである．葉の厚さは普通区に比し，乾燥区では3作物ともに稍々著しく減少を示し，湛水区ではオクラ，トロロアオイは変らないが，糊麻は稍々減少を示した．柵状組織の長さはオクラ，トロロアオイは普通区に比し，乾燥区ではいずれも短かいが，湛水区では大差は認められなかった．糊麻は普通区に比し，乾燥区では著しく短かくなり，湛水区でも短かくなった．海綿状組織の長さはオクラは3試験区間殆んど同じであり，トロロアオイ，糊麻は普通区に比し，乾燥区では殆んど同じであるが，湛水区では稍々短かくなった．上表皮，下表皮の厚さは3作物ともに普通区に比し，乾燥区では薄くなり，湛水区では殆んど同じであった．なお上表皮数，下表皮数は3作物ともに普通区に比し，乾燥区，湛水区いずれも多かった．

第5表 葉の組織の性状

※印は10×40におけるミクロメーターの目盛の読み
☆印は10×40における視野内の数

試験区	作物名	葉の厚さ※	上表皮の厚さ※	柵状組織の長さ※	海綿組織の長さ※	下表皮の厚さ※	上表皮の数☆	下表皮の数☆
乾燥区	オクラ	48.3	5.0	11.5	24.5	5.0	9.0	16.0
	トロロアオイ	31.0	4.0	5.0	20.0	2.0	14.0	25.0
	糊麻	47.5	5.5	8.5	28.5	5.5	13.5	16.5
普通区	オクラ	57.3	8.0	15.3	24.0	7.0	9.3	13.3
	トロロアオイ	47.5	7.0	13.0	21.0	4.0	9.0	13.5
	糊麻	66.5	8.5	23.0	28.0	7.3	10.0	14.5
湛水区	オクラ	54.0	8.3	15.0	24.3	5.7	13.3	18.0
	トロロアオイ	46.0	7.0	12.0	17.7	5.0	13.3	17.3
	糊麻	55.5	8.7	18.5	25.0	8.3	11.5	16.0

13 葉の気孔

実験結果は第6表に示す如くである．葉の気孔の数は各試験区ともに常にトロロアオイが最も多く，次にオクラ，糊麻の順である．その数は3作物ともに乾燥，湛水両区の方が普通区より多かった．気孔の大きさは各試験区ともに常に糊麻が最も大きく，オクラ，トロロアオイは略々同じであった．しかして3作物ともに乾燥 湛水両区では，普通区より小さかった，

第6表 気　　孔

※，☆印は第5表と同じ

試験区	作物名	数 ☆	大きさ 長 ※	大きさ 幅 ※
乾燥区	オクラ	36.3	8.3	4.8
	トロロアオイ	63.8	7.8	5.3
	糊麻	27.8	10.3	7.3
普通区	オクラ	27.5	9.3	5.0
	トロロアオイ	50.0	9.3	5.8
	糊麻	18.3	12.0	6.8
湛水区	オクラ	40.0	7.0	5.8
	トロロアオイ	54.0	8.0	6.7
	糊麻	30.7	12.8	13.7

VI 考　　察

土壌の含水量と作物の生育との関係についての研究は極めて多く，特に灌漑の問題，耐旱性，耐湿性の問題，その他種々の観点からこれがとりあげられ，土壌水分と生育，収量ならびに品質との関係，体内の窒素，炭水化物ならびに諸生理作用の消長，また根の解剖学的性質の差異などが研究されている．しかして，全般として，極端な乾燥，または過湿状態の土壌においては，作物の生育は著しく阻害され，品質にも悪影響をおよぼし，収量は減少し，体内の諸生理状態は悪化し，根の形態，解剖学的性質にも変化を来し，またそれが品種間においても差異を示すことが認められている．

まず土壌の乾燥ならびに湛水により，草丈の伸長ならびに葉数の増加が普通状態に比し劣ることは田崎[17]その他多くの研究者に認められているが，本実験の乾燥区では，トロロアオイがその影響を受けるのが最も少なく，湛水区では，逆にトロロアオイが最も著しく影響を受けて悪かった．これに伴なう生理作用のうち，同化作用と最も密接な関係を有する葉緑素含量はトロロアオイは普通区では，6月26日以降は減少するのに反し，乾燥区ではトロロアオイは著しく増加の傾向を辿り，しかもオクラ，糊麻よりその含量は多かった．オクラ，糊麻も，普通区に比し，乾燥区では著しく該含量は多くなり，トロロアオイと同様の傾向を示すが，その多くなる程度はトロロオアイ程ではなかった．また該含量は湛水区では，トロロアオイは普通区と類似の傾向を示すが，オクラ，糊麻は稍々趣を異にし，日時の経過に伴ない，大きな増減を示さなかった．土壌の含水量の差による葉緑素含量の変化の研究は殆んど無いが，ただ TOMBESI[18] はトマトにおいて，土壌水分の供給が少ないと葉緑素含量は増加することを認めている．土壌の含水量と同化作用との関係については伊藤，蔭山[3]，福井，小島[2]，浦野，長瀬，小口[20]など多くの研究がある．そのなかでも，土壌の含水量の低下により同化作用の衰えることは最近の研究では SCHEIDER & CHILDERS[15] のリンゴ，LOUSTALOT[11] のサワグルミなど，その他多くが報告されている．しかし反対に，同化作用の高まることについては，最近の研究では TOMBESI & FORTINI[19] のゼラニウム，SIMONIS[16] のソラマメなどで報告されている．しかし MARTIN[12]，SIMONIS[16] も認めている如く，土壌の乾燥は葉の含水量の低下をきたし，必然的に乾物重の増加をきたす．すなわち一定面積当りの葉では同化量は乾燥によりやはり減少するが，一定重量当りの葉では同化量は高まる．したがって上記の結果は各実験者の供試材料，実験方法，実験時などの種々の要素の相異によって生じたものと思われる．本実験においては一定重量当りの葉緑素含量を測定したものであるため，乾燥区では3作物ともに葉の含水量は減少し，したがって乾物重は増加し，ために葉緑素含量が著しく高くなったものと思われる．しかも普通区では，トロロアオイが実験の後半ではオクラ，糊麻より少なくなるにも拘らず，乾燥区では多いことは，土壌の乾燥に対するトロロアオイの生理作用がオクラ，糊麻と著しく異にしていることを示すものとみられる．また土壌含水量の増加，特に湛水状態における同化作用についての研究は小林[15]が種々の果樹についてもこれを行ない，同化量は標準区に比し減少することを認めている．本実験においても，3作物ともに葉緑素含量は普通区に比し湛水区では減少した．

なお土壌の含水量と葉および根の乾物重ならびに灰分との関係については岡本[14]，西川，市島[13]および田崎[17]

など多くの研究があり，本実験でも，全般的には乾燥状態の土壌では3作物ともに普通区におけるよりも乾物重ならびに灰分は多くなるが，湛水状態の土壌では3作物ともに普通区におけるよりも少なくなった．3作物間では乾燥区では，トロロアオイがオクラ，糊麻よりも乾物重および灰分は多く，湛水区では糊麻がオクラ，トロロアオイよりも多かった．このことはトロロアオイが土壌の乾燥に対しても生育がより旺盛であることを示すものである．

土壌の含水量と最も密接な関係にある蒸散量ならびにこれに伴なう細胞液の濃度については乾燥区では，3作物ともに蒸散量は減少，該濃度は増加し，湛水区では逆に蒸散量は増加し，該濃度は低下した．これらの点については同様なことが伊藤，田崎[17]よおび蔭山[3]なども認めている．本実験においてこれらの生理作用の変化を作物別にみると，トロロアオイの蒸散量は普通区では，最も少ないにも拘らず，乾燥区では乾燥によるトロロアオイの蒸散量の低下はオクラ，糊麻程著しくなく，また細胞液の濃度についても，乾燥による該濃度の上昇はトロロアオイが3作物中最も著しい．湛水区では，蒸散量は3作物の間に殆んど差異は認められず，細胞液の濃度はトロロアオイが最も低かった．

土壌含水量と呼吸作用との関係については多くの研究があり，土壌含水量が少ないと呼吸の低下することについては TOMBESI[18]がトマトで認めているが，SIMONIS[16]はソラマメでは，あまり変らないと述べている，また逆に呼吸が高くなることについては TOMBESI & FORTINI[19]などが認めている．本実験においては，呼吸作用は乾燥によりオクラ，糊麻は普通区と大差はないが，トロロアオイのみは稍々著しく上昇しているのが認められる．特に実験開始直後の6月19日において著しい．すなわち乾燥状態においた時に，トロロアオイの呼吸は急に高くなり，その後，乾燥状態がつづいても，大きな変化は認められない．一方普通区においては，トロロアオイはオクラ，糊麻と同様に生育ともに呼吸は上昇する．しかして7月29日には，両区のトロロアオイの呼吸は殆んど同じになる．乾燥区におけるトロロアオイの呼吸量の増減の傾向は，オクラ，糊麻においても同じで，日時が経過するも大きな変化を示さなかった．一方湛水区では，実験開始とともに3作物ともに急激に呼吸は増大し，しばらくは呼吸量に大きな変化を示さないが，やがては減少を辿る．特にトロロアオイの呼吸量は，本区では最も少なく，乾燥区の場合と全く逆である．

葉の厚さならびに各組織が土壌の含水量の差により変化することは西川，市島[13]などで認められている．本実験においても3作物ともに乾燥区では，厚さは減少するが，湛水区では殆んど減少しないかあるいは減少しても僅かである，また気孔の大きさおよび数も滲透圧ならびに蒸散との関連において，土壌水分の差異に関係することは伊藤，蔭山[3]などが認めている．本実験では気孔の数は普通区に比し，乾燥区では3作物ともに増加し，更に湛水区でも増加するが，気孔の大きさは小さくなった．元来気孔は土壌の含水量の多い程，その数は多くなるのが普通であり，本実験でもその通りであるが，乾燥状態の土壌においても亦気孔は小さいながらも増加した．したがって本実験におけるが如き異常環境と気孔との関係は結局，その数や大きさそのものよりも，その開閉の機能が大きく関係するものと思われる．

土壌の含水量と根の形態ならびに解剖学的性質との関係については木戸，武舎[6]，ARIKADO[1]などの研究があり，特に耐湿性に関連して，過湿または湛水状態の土壌に生育中の根の組織に関する研究は多い．本実験でも乾燥区では，普通区に比し3作物ともに特に大きな変化は認められなかったが，湛水区では，普通区に比し3作物ともに変化をきたし，その程度はトロロアオイが最も著しく，それだけにトロロアオイは過湿あるいは湛水状態の土壌においては弱いことを意味するものと思われる．

以上の如く，本実験におけるが如き極端な乾燥または湛水の環境においては，3作物いずれもその生理現象に異常を示した．その中でも，トロロアオイは乾燥区では，呼吸量の増加，細胞液の濃度の上昇が特に目立ち，したがって耐旱性は最も強く，湛水区では根の発育が著しく阻害されて短かく，ために草丈は著しく低くなり，呼吸量は減少し，細胞液の濃度は著しく下降し，したがって耐湿性は最も弱かった．オクラと糊麻とでは，乾燥ならびに湛水の両区における種々の生理現象は略々類似の傾向を示し，乾燥，湛水に対する抵抗の強弱を決定することは出来なかった．

V 摘　　要

(1) オクラ，トロロアオイおよびその複二倍体である糊麻の生育と土壌含水量との関係を比較研究した．

(2) 試験区は土壌含水量により乾燥区（6.3～14.0%），普通区（17.0～23.0%）および湛水区（32.0～40.0%）の3区とした．

(3) 乾燥土壌（6.3～14.0%）においては，3作物ともに草丈，葉数いずれも影響を受けてそれぞれ低くあるいは

少なくなるが，その影響の最も少ないのはトロロアオイで，最も多いのは糊麻である．また3作物ともに，細胞液の濃度は高くなるが，その程度はトロロアオイが最も著しく，オクラ，糊麻は殆んど同じである．なお土壌の乾燥のため，植物体の水分は減少し，したがって，葉の乾物重，灰分および葉緑素含量は3作物ともに著しく増加したが，その程度はトロロアオイが最も著しい．また呼吸作用はオクラ，糊麻は普通区と殆んど変らなかったが，トロロアオイは稍々著しく増加した．

葉は3作物ともに薄くなり，蒸散量は減少した．また気孔の数は増加したが，小さくなった．

根は3作物ともに短かくなり，表皮の組織はトロロアオイでは稍々厚くなった．また根の乾物重および灰分は3作物ともに々増加の傾向を示した．

(4) 湛水土壌（32.0～40.0%）においては，3作物ともに草丈，葉数いずれも影響を受けて低くまたは少なくなるが，乾燥土壌における場合とは反対に，トロロアオイが最も著しく影響を受けた．なお蒸散量，呼吸量は3作物ともに増大した．細胞液の濃度はオクラ，トロロアオイは稍々低下したが，糊麻は普通区と殆んど変らなかった．葉緑素含量は3作物ともに普通区に比し稍々減少の傾向を示し，かつ3作物間の差異も少なくなった．

葉は普通区に比し，オクラ，トロロアオイは殆んど変らないが，糊麻は薄くなった．気孔は3作物ともに多くなり，かつ長さは短かくなるが，幅は大きくなった．しかも数はトロロアオイが最も多く，次はオクラ，糊麻の順であった．根は3作物ともに表皮は薄くなり，かついずれも短かくなり，特にトロロアオイが著しかった．なお主根の乾物重は3作物ともに普通区と殆んど同じであるが，灰分は減少した．また側根の乾物重，灰分はともに減少した．

(5) トロロアオイは乾燥土壌に対しては最も強く，逆に湛水土壌に対しては最も弱かった．糊麻とオクラは乾燥および湛水土壌に対しては類似の生理現象を示した．

VI 引 用 文 献

(1) Arikado, A.: *Proc. Crop Sci. Soc. Jap.* **23** (1), (1954).
(2) 福井重郎，小島睦男：日作紀，**26** (1), (1957).
(3) 伊東信吾，蔭山力：日作紀，**19** (3～4), (1951).
(4) 香川冬夫：日作講演会発表及び個人出版，(1944).
(5) 小林　章：園学雑，**16** (1947).
(6) 木戸三夫，武舎武夫：日作紀，**23** (1), (1954).
(7) 桑田　晃：日作紀，**22** (1～2), (1953).
(8) ——：香農大学報，**2** (1), (1950).
(9) ——：香大農学報，**11** (1), (1959).
(10) ——：香大農学報，**12** (1), (1960).
(11) Loustalot, A. J.: *Jour. Agr. Res.*, **71**, (1945).
(12) Martin, E. V.: *Plant Physiol.*, **15**, (1940).
(13) 西川五郎，市島紀郎：日作紀 **22**, (3～4), (1954).
(14) 岡本　嘉：日作紀，**19** (3～4), (1951).
(15) Scheider, G. W. & Childers, N. F.: *Plant Physiol.*, **16**. (1941).
(16) Simonis, W.: *Planta*, **40** 〔*Chem. Abst.* **46**: 4611 d, (1952)〕, (1952).
(17) 田崎順郎：日作紀，**28** (1), (1959).
(18) Tombesi, L.: *Riv. Ecologia*, **1**, 〔*Biol. Abst.* **25**: 25323, (1951).〕, (1949).
(19) —— & Fortini, S.: *Ann. sper. agrar.* **6**, 〔*Chem. Abst.* **46**: 7180 h, (1952).〕, (1952).
(20) 浦野啓司，長瀬嘉迪，小口忠彦：日作紀，**27** (2), (1958).

Résume

(1) Studies were made on the relation between the water content of soil and the various physisiological characters on the course of plant growth of Nori-Asa (glutinous-hemp), an amphidiploid crop raised between *Abelmoschus esculentus* and *A. Manihot*, in comparison with those of its parents.

(2) The soil moistures at the dry, normal and flooded condition were 6.3%～14.0%, 17.0%～23.0% and 32.0%～40.0% respectively.

(3) Under the dry soil showing 6.3%～14.0% in soil moisture, the height of plant became low and the number of leaves decreased in each crop compared with those of control, and the degree of the effect of soil dryness was the smallest in *Manihot*, the largest in Nori-Asa. The concentration of cell sap increased in three crops, and its degree was the largest in *Manihot*, and *esculentus* and Nori-Asa were almost the same.

The water content of leaves decreased owing to the soil dryness, consequently the dry matter, ash and the amount of chlorophyll in the leaves of three crops showed marked increase, and its degree was the largest in *Manihot*. The respirations in *esculentus* and Nori-Asa were almost the same in control, but that in *Manihot* showed a remarkable increase.

The leaves of three crops became thin and the number of stomata increased, although its size became small, and the transpiration decreased.

The roots of three crops became short, and the dry matter and ash showed gradual increase, and the epidermis of the root of *Manihot* became somewhat thick.

(4) Under the flooded soil showing 32.0～40.0% in soil moisture, the height of plant became low and the number of leaves decreased in each crop compared with those of control, and the degree of the effect of soil floodness was, on the contrary under the dry soil, the largest in *Manihot*. The transpiration and respiration increased in three crops. The concentration of cell sap decreased in *esculentus* and *Manihot*, and was similar in control in Nori-Asa. The amount of chlorophyll in each crop was similar in control, but the differences among three crops decreased to some extent.

The numer of stomata of leaves became numerous, counting the most numerous in *Manihot*, the medium is *esculentus*, the least in Nori-Asa, and its length became short but its width became large. The leaves of Nori-Asa became thick, though those of *esculentus* and *Manihot* were almost the same in control

The root of three crops became short, and its degree was the most evident in *Manihot*, and the epidermis of roots decreased in each crop. The dry matter of the main roots was almost the same in control, although the ash decreased, and the dry matter and ash of lateral roots decreased in three crops.

(5) Under the dry soil, *Manihot* was the most vigorous, but under the flooded one, *Manihot* on the contrary, was the poorest. Under the dry and flooded soil, the various physiological characters in Nori-Asa" resembled in *esculentus*.

(Received November 1, 1960)

モリシマ，フサアカシヤ及び英国トゲナシアカシヤの樹葉の飼料的価値について

中広義雄，一色　泰

On the feeding value of the leaves of Acacia mollissima, Acacia dealbata and Acacia parasol

Yoshio NAKAHIRO and Yutaka ISSHIKI

1. 緒　　言

反芻家畜を経済的に飼育するためには，まず優良なる粗飼料の自給に主眼がおかれるべきであるが，それには効率的な飼料作物の作付と，山野の未利用資源を活用してゆく二つの行き方が考えられる．前者については穀作偏重の観念が根強く残つている我国農家では，理想的には実行され難い現状にあるが，後者に対しては余剰労力を生産化する立場からも比較的着手され易い条件下にある．しかしながらその資源は多分に地域的条件によって規制されるために，もたらされる内容も種々異り普遍性に乏しいのがむしろ普通である．この場合飼料経済の上からみて合理的なものでなければならないから，これが入手の経済性と家畜に給与した場合の利用性の問題は，特に吟味する必要の生じてくることはいうまでもない．戦後飼料資源の乏しかつた頃，未利用資源の活用が大きく叫ばれながら実用化されたものの少い原因は，やはり前記2条件をみたし得なかつたものと考えてよい．

アカシヤ類は瘠地の肥沃化に大きな貢献があるものとして，開こん地などに取り入れられて活用されつつあるが，その中でも最近特に普及されているのはニセアカシヤに属する英国トゲナシアカシヤ *R. pseudacacia var. umbraculifera* 及び青島トゲナシアカシヤ *R. pseudacacia var. bessoniana* である[1]．ニセアカシヤの飼料価値については一般成分の季節的変化[2,3]，アミノ酸組成[4]，蛋白質の生物価[5]などについて明らかにせられているので前記の2種も大体これに準ずるものと考えられる．一方アカシヤ属のモリシマ *A. decurrens var. mollis* やフサアカシヤ *A. decurrens var. dealbata* を飼料目的に使用した文献は余りみられない．従来これらの樹木は専ら防風用や土地沃化の観点からのみ取り扱われている．

そこでわれわれはその樹葉の飼料的特性を明らかにし，家畜に対する利用性の有無について知るために，まず季節別における一般成分及び家畜の嗜好性について調査した後，山羊による消化率の査定を行ない英国トゲナシアカシヤのそれに比較させたので，ここにその結果を報告する．

2. 試験の材料及び方法

〔材料〕

香川大学農学部付属農場の一部である傾斜地農場に植栽してある英国トゲナシアカシヤ，モリシマ及びフサアカシヤの樹葉を採取して分析の試料に供すると共に，牛，緬羊，山羊に給与の上その嗜好性を観察した．試料の採取は英国トゲナシアカシヤが落葉性であるため，萌芽開葉後の5月10日（1959）を第1回目とし，以後毎月採取して11月11日を最後にした．一方他の2種については，1カ年の中2，4月（1960）を除いては5月以降毎月採取して試験に供したが，試料の採取に当り何れの樹葉についても常に平均化の立場から，樹冠の中央部に位置する樹葉を一括採取して，部分差による変異を最小ならしめる様留意した．

〔試験方法〕

a　一般成分：

採取後風乾—粉砕して微粉状にしたものを，定法によって分析した．

b　嗜好性：

牛，山羊，緬羊の各家畜に給与した結果を次の様な区分で表示した．

卄……食後においてもよく好んで食べる

＋……空腹時には喜こんで食べるかまたは余り好まないが何とか食べる

－……殆んど食べようとしない

c　消化率及び可消化成分

本試験に供した試験動物はザーネン種山羊3頭並びにコリデール種緬羊1頭で，これら供試動物の参考事項は第1表の様であった．試験の期間は昭和35年7月11日より同年7月26日に至る間で，次の様に分けた．

第1表　供試動物の参考事項

	畜　種	品　種	性　別	年令(才)	生体重(kg)
No. 1	山　羊	ザーネン種	♂	4	72.5
No. 2	〃	〃	♂(去勢)	2	34.0
No. 3	〃	〃	♂	3	73.2
No. 4	緬　羊	コリデール種	♂(去勢)	3	58.1

予備試験期　　昭和35年7月11日～同年7月17日
本試験期　　7月18日～　7月24日
補食期　　7月25日～　7月26日

供試動物はコンクリート床上におかれた檻に収容し，尻に内部ビニール外部木綿製の受糞袋をつけて1日2回，朝夕の給飼後にこれを取り替えて採糞し，その全量を風乾一粉砕して分析の試料に供した．

また，試験期の糞の限界を定めるために，本試験期の前日夜及び末日の夜の2回にわたり，Lenkeit 法[(6)] による Fuchsin Diamont で染色調製せられた牧草粉末を，No. 1 30 g，No. 2 18 g，No. 3，No. 4 は各 30 g づつ給与した．

排糞量の最終的決定は，上記の糞量に対して indicater として用いた $BaSO_4$ による計算値で，補正して正確を期した．

給飼は朝夕の2回とし 10～15 cm の小枝として，1日当り No.1 1,000 g，No.2 500 g，No.3 800 g No.4 700 g を与えた．飼料給与の1時間後に残食量を計つて摂食量を決め，その2％に相当する $BaSO_3$ を水で溶解し，咽喉内に投与した．なほ糞中の $BaSO_4$ の分析は広瀬らの方法[(7)] によった．

3.　結果及び考察

前記の要領によって試験した結果は，次の様である．

(1)一般成分の季節的変化

英国トゲナシアカシヤ，モリシマ及びフサアカシヤの季節別における一般成分は，第2表に示した通りである．

まず落葉性の英国トゲナシアカシヤについてみると，水分では5月 76.53％になって例外的に多いが，他の時期にはそれ程大きな違いはなく，年間平均も 65.53％となって最も多かった前記の時期を除いた平均に近似する．この事実から崩芽開葉期には水分含量多いが，一応その時期を過ぎると乾物量の変動は少なくなるということができ，これは早く開葉した葉部の硬化と伸長による若葉とが相平行して増えていることを意味する．しかし乾物を構成する各成分別には異なった様相がみられ，粗蛋白質の変化が比較的少ないのに対して，粗脂肪，粗纎維がともに時期を追って増加していることがうかがわれ，特に粗纎維の増加が大きく，5月採取では 1.85％であったものが11月になると6.82％に増え，これは約3.7倍の増加に当る．その他可溶性無窒素物及び粗灰分では，基本的には粗蛋白質量に類似の傾向を示し，5月の開葉直後の時期を除けば余り大きな変化はみられない．これらの組成は片山ら[(8)] が報告した乾葉中の組成分に比べて，粗纎維がやや低くなっている外は大して変らないが，陸獣の報告よりは粗蛋白質，粗脂肪及び可溶性無窒素物などが多く，粗纎維含量の低いことが見出される．また前者において 9月の水分が高くなっているのは，本試験の結果よりも1カ月ずれた形であり，多分に自然条件によるものと考えられるが，一般的には年間を通じての季節的変化の様相は類似しており，本試験における英国トゲナシアカシヤ樹葉の方がやゝ高い水準にあった．この結果を飼料的見地から吟味すると，6月以降に英国トゲナシアカシヤ樹葉を利用する場合，粗纎維と粗脂肪を除いた他の成分による飼料価値の季節別の差は少なく，粗脂肪及び粗纎維の増加だけを念頭において判断すればよいといえる．また8月における各成分組成の状態は年間の平均値に近いことが見出される．

次に常緑性のモリシマ及びフサアカシヤでは，英国トゲナシアカシヤとはやや異なり，その水分含量も気温の高い季節（6，7，8，9，10月）は高く，反対に気温の低い季節（11，1，2，3，4，5月）に低くなっている

第2表 モリシマ，フサアカシヤ及び英国トゲナシアカシヤの樹葉の一般成分の季節的変化（%）

	採取月日	水 分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	粗灰分
モリシマ	10/V 1959	54.00	8.27	2.43	23.31	9.99	2.00
	9/VI	59.55	7.70	1.96	21.37	8.03	1.39
	7/VII	61.77	7.82	1.99	18.74	7.84	1.84
	8/VIII	66.57	5.74	1.75	16.62	7.63	1.68
	10/IX	57.25	9.42	2.76	21.08	7.75	1.74
	10/X	57.03	8.14	2.69	22.53	8.59	1.02
	11/XI	53.58	9.20	2.91	20.89	11.67	1.75
	13/XII	50.87	7.67	3.00	25.62	11.65	1.19
	10/I 1960	49.26	7.58	3.03	26.32	12.35	1.47
	9/III	48.84	8.03	2.64	26.85	11.89	1.74
	平 均	55.87	7.92	2.52	22.33	9.74	1.58
フサアカシヤ	10/V 1959	45.60	11.98	2.36	30.10	8.29	1.66
	9/VI	61.00	7.29	1.58	20.95	7.92	1.26
	7/VII	62.46	8.27	1.85	17.39	8.22	1.43
	8/VIII	56.90	7.52	1.89	24.41	8.11	1.17
	10/IX	58.47	9.85	2.06	19.62	8.74	1.27
	10/X	57.35	8.00	1.98	21.88	9.53	1.26
	11/XI	55.32	8.86	2.00	22.40	10.08	1.34
	13/XII	53.30	7.36	2.11	26.65	9.25	1.33
	10/I 1960	50.18	8.26	2.33	27.48	10.14	1.60
	9/III	51.63	8.21	2.33	27.14	9.27	1.42
	平 均	55.38	8.56	2.05	23.90	8.96	1.37
英国トゲナシアカシヤ	10/V 1959	76.53	6.58	0.97	12.77	1.85	1.30
	9/VI	65.28	7.43	1.43	20.37	3.49	2.00
	7/VII	60.79	7.40	1.54	23.29	4.64	2.34
	8/VIII	66.77	6.17	1.13	19.73	4.10	2.11
	10/IX	64.02	9.07	2.00	17.75	5.19	1.97
	10/X	62.10	7.49	1.88	21.12	5.44	1.97
	11/XI	63.20	7.56	2.15	18.63	6.82	1.64
	平 均	65.53	7.50	1.57	19.08	4.41	1.91

のは当然といえる．ただ5月の新葉の伸長期と考えられる時期でも，水分含量の低いことは英国トゲナシアカシヤの場合と対照的であるが，旺盛なる伸長はそれ以後の時期に当るものと推測される．また各栄養成分の季節的変化としては，粗蛋白質含量においてモリシマは9月，11月に高く，反対に8月が著しく低い点を除けばほぼ変化のない状態であるが，フサアカシヤの粗蛋白質は5，9，11月に高く，他の季節では大差がない．一方粗脂肪は両者とも春から秋にかけて次第に増加しており，可溶性無窒素物ではモリシマが最高3月，最低は8月となり，中間の時期はこの両時期を直線でつないだ位置近くの含量となっている．これに対してフサアカシヤの方は最高5月，最低は7月で，中間季節の変化はモリシマ同様最高と最低を直線で結んだ関係で動いていることがみられる．また粗繊維は暖期に低く寒期には高い傾向を示すが，その差は著しくはなく最高約50%範囲内での変動の様であり，粗灰分は一定した関係がみられない．以上の様に常緑性の2種のアカシヤ樹葉の間では，一般組成及びその季節的変化において極めて類似性がみられたが，各栄養成分の季節的変化に多少のずれがあるのは，開花期など生理的条件による違いであると思われる．

これらを総合すると，モリシマ及びフサアカシヤ樹葉は何れも寒期には成熟型の組成を示して粗脂肪，可溶性無窒素物及び粗繊維量が多くなり，年間におけるそれら成分の変化の状態は鍋底状に近いことが目立つている．一方

英国トゲナシアカシャ樹葉は粗繊維含量がほぼ直線に近い形で上昇しているものの，粗蛋白質量の変化は少なく，可溶性無窒素物及び粗脂肪量は初期には上昇するけれどもその後の変化は少ないことが特徴づけられる．なほ各樹葉ともに8月の乾物量が低下し，それにつれて粗蛋白質，粗脂肪及び可溶性無窒素物などが一時低下するのは，この時期の伸長が盛んで古葉に対する新葉の割合が増すために水分含量の上昇があり，その結果として前記成分の一時的低下を招くものと考えられる．

(2)各家畜における嗜好性

各家畜（反芻）による嗜好性を比較してみると，第3表に示した様にモリシマ，英国トゲナシアカシャ樹葉はともに相当高い嗜好度を持つているが，両者の比較ではモリシマの方がやや落ちることが認められる．すなわち英国トゲナシアカシャにおいては，全試験動物中食べないのは和牛の3頭のみであったが，モリシマは同一の和牛3頭に乳牛及び緬羊各1頭を加えた5頭が食べておらず，＋に該当する動物は英国トゲナシアカシャの延べ6頭に対してモリシマは10頭となっているので，結局卄の頭数は英国トゲナシアカシャよりもモリシマの方が7頭だけ少ない．モリシマの樹葉はやや特異臭をもち，樹種の特性からみてもタンニン含量が多いものと考えられるので，これが或程度嗜好度に関係したかも知れない．しかしニセアカシャの生長期に多いアルカロイド様物質の存在については不明であるが，飽食させても別に中毒らしき症状はみられなかった．また1回の採食量は緬山羊で約2kg程度が一応の限界と認められたが，連続給与の場合はかなり採食量が低下する様に見うけられた．大量食下した場合便秘を伴なうとの報告のある事実をみても，タンニン含量の多いことは充分うかがわれる．従って家畜飼料として与えるに際しては単独には使用せず，多汁質飼料などに混用すると生理的に止下剤的効果が期待されるのではないかと考えられる．

第3表　モリシマ及び英国トゲナシアカシャ樹葉の嗜好度

		調査頭数	嗜好度 卄	嗜好度 ＋	嗜好度 −
英国トゲナシアカシャ	乳　牛	14	12	2	0
	和　牛	8	2	3	3
	緬　羊	17	16	1	0
	山　羊	10	10	0	0
モリシマ	乳　牛	14	10	3	1
	和　牛	8	1	4	3
	緬　羊	17	14	2	1
	山　羊	10	8	2	0

(3)消化率及び可消化成分

モリシマとフサアカシャ樹葉は組成その他の条件が極めて類似しており，基本的には同じ様な飼料的特性をもち，消化率においてもまた同じ程度を期待出来るものと予想されたので，モリシマ樹葉の査定を行なうことにより両樹葉の価値を一応判断して，これに英国トゲナシアカャ樹葉の結果を比較対照させることとした．

モリシマ樹葉では山羊2頭，英国トゲナシアカシャ樹葉は山羊，緬羊各1頭を用いてそれぞれ消化率の査定に入ったが，試験中に給与した飼料は残食量多く，その採食量は乾物量としても普通の野草類には及ばない程度のものであった．すなわちモリシマ樹葉の場合についてみると，予備試験期の初日には No.1 1,023g，No.2 371g を採食したが，以後2日位は極端に減少して No.1 50g No.2 20g 程度まで落ち，次いで4～5日目頃からほぼ一定した採食量を示したものの，その量はやはり山羊における一般の粗飼料の採食量からみると甚だ低いものであった．この原因については，前に述べた様にタンニン含量あるいはアルカロイドなどの存在が考えられるので今後の問題として残るが，何れにしても単一なる粗飼料資源として連続大量給与するには不適当の様である．ただこのことは英国トゲナシアカシャ樹葉の試験期でも同じ様な傾向がみられたので，単なる嗜好性（習慣性の）によるところも大きいことが考えられた．それ故緬山羊にこの種の未利用資源給与の試験を行なうに当っては，わずか1回だけの給与でその採食量や嗜好度が決定されるのは不充分で，少くとも10日以上の給与期間における採食量をみた上で，代替の可能性について判断する必要がある．なほ山羊によるモリシマ樹葉の消化率を査定するに先立ち緬羊2頭を用いて消化試験に入ったところ，2頭ともに予備試験においても全く採食せず，2日間断食を続けたので緬羊による査定は断念したが，同じ時に別の緬羊に与えた場合ではよく採食したので，個体による嗜好性の相違があらわれているものと認めた．また新鮮樹葉と半乾燥の樹葉では後者の方を好んで食べる傾向がみられた．

前記の事情にかかわらず試験期間中健康状態には別に異状は認められなかったが，採食量の低下に伴なう栄養の不足から体重の減少は避けられなかった．しかしそれが消化率の査定に対する障害とはならない程度と認めて，試

験終了まで続行した.

試験期間中におけるモリシマ及び英国トゲナシアカシャの樹葉の摂食量並びに排糞量を表示すると, 第4、5表の通りである.

第4表 摂食量及び排糞量 (モリシマ樹葉)

	No. 1		No. 2	
	摂食量	排糞量	摂食量	排糞量
	g	g	g	g
7月18日	154.4		83.2	
19	214.3		101.5	5.8
20	247.2	24.0	127.0	36.2
21	482.1	169.9	114.4	94.1
22	165.7	56.6	226.1	85.7
23	170.1	170.1	138.9	103.9
24	181.8	5.2	120.4	52.3
25		228.2		86.0
26		107.1		57.4
27		41.2		9.9
合 計	1,615.6	810.3	911.1	531.3
風乾量		401.73		223.58

	摂食 $BaSO_4$ の量		糞中 $BaSO_4$ の含量		計算による糞量		差引実際採糞量への算入
No. 1	32.3(g)	÷	$\frac{7.80}{100}$	=	414.10(g)	+	12.37(g)
No. 2	18.2	÷	$\frac{7.96}{100}$	=	228.64	+	5.06

第5表 摂食量及び排糞量
(英国トゲナシアカシャ樹葉)

	No. 3		No. 4	
	摂食量	排糞量	摂食量	排糞量
	g	g	g	g
7月18日	183.7		113.5	
19	120.1	10.2	108.9	
20	166.0	59.0	137.1	49.9
21	209.3	95.5	158.4	73.2
22	236.2	45.3	209.2	21.7
23	188.2	68.1	164.6	36.0
24	267.4	116.3	180.0	70.2
25		31.2		43.4
26		76.4		30.1
27		22.4		35.6
合 計	1,370.9	525.4	1,071.7	381.0
風乾量		200.32		140.75

	摂食 $BaSO_4$ の量		糞中 $BaSO_4$ の含量		計算による糞量		差引実際採糞量への算入
No. 3	27.4(g)	÷	$\frac{13.25}{100}$	=	206.79(g)	+	6.47(g)
No. 4	21.4	÷	$\frac{14.47}{100}$	=	147.89	+	7.14

一方両樹葉及び試験に供した動物の風乾糞の分析結果は第6表の通りとなり, これらの数字をもととして各動物によるモリシマ樹葉の消化率を算定した結果は第7表の通りで, 同様にして英国トゲナシアカシャ樹葉の消化率は第8表に示した通りとなった. また平均消化率を求めて全可消化成分 (T. D. N.) 及び澱粉価 (S. V.) を算定すると第9表の様になったが, これにより英国トゲナシアカシャ樹葉に比べて一般に粗脂肪, 粗繊維の量が多く, 粗蛋白質, 可溶性無窒素物, 粗灰分などがやや少ないことがわかる. 次で消化率の比較では, 総ての成分において低くなっており, ことに粗蛋白質は英国トゲナシアカシャ樹葉の50%以下という低率に過ぎない. 2頭の試験動物は両樹葉の場合でも個体的な差は極めて少ないことから, これら数値に対する正確度は高いものと考えられる.

本試験の結果では, 英国トゲナシアカシャ樹葉の蛋白質の消化率は72.14%を示しており, 後藤[9]の42%よりはるかに高く GILLARD の92%に比べるとかなり低い. 全成分の消化率を通じては石塚[10]による成績に近似する.

結局有機物としてモリシマ樹葉43.18%, 英国トゲナシアカシャ樹葉66.05%の消化率を示すから, 前者は後者の

第6表 モリシマ及び英国トゲナシアカシャの樹葉並びに風乾糞の組成 (%)

	水 分	粗蛋白質	粗 脂 肪	可溶性無窒素物	粗 繊 維	粗灰分	純蛋白質
モ リ シ マ 樹 葉	59.83	6.89	2.43	18.75	10.77	1.33	5.99
英国トゲナシアカシャ〃	63.68	7.39	1.42	21.00	4.36	2.15	—
No. 1 山 羊 糞	5.75	18.29	4.18	36.55	27.62	7.61	15.75
No. 2 〃	3.64	18.06	4.57	36.40	28.19	9.13	15.24
No. 3 〃	5.33	14.53	4.78	44.54	16.54	13.62	—
No. 4 緬 羊 糞	4.87	13.96	5.46	42.84	18.04	13.47	—

第7表　モリシマ樹葉の消化率（%）

		乾物	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	純蛋白質
No. 1	摂食成分量(g)	648.99	627.50	111.31	39.26	302.93	174.00	96.77
	糞中 〃 〃	390.38	358.86	75.76	17.31	151.39	114.40	65.24
	消化量 〃	258.61	268.64	35.55	21.95	151.54	59.60	31.53
	消化率(%)	39.85	42.81	31.94	55.91	50.02	34.25	32.58
No. 2	摂食成分量(g)	365.99	353.87	62.77	22.14	170.83	98.13	54.57
	糞中 〃 〃	220.21	199.34	41.28	10.44	83.19	64.43	36.56
	消化量 〃	145.78	154.53	21.49	11.70	87.64	33.70	18.01
	消化率(%)	39.83	43.55	34.24	52.84	51.30	34.34	33.00
平均消化率(%)		39.84	43.18	33.09	54.38	50.66	34.30	32.27

第8表　英国トゲナシアカシヤ樹葉の消化率（%）

		乾物	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維
No. 3	摂食成分量(g)	497.91	468.30	101.31	19.47	287.89	59.77
	糞中 〃 〃	195.77	166.23	30.05	9.88	92.10	34.20
	消化量 〃	302.14	302.07	71.26	9.59	195.79	25.57
	消化率(%)	60.68	64.53	70.35	49.22	68.01	42.76
No. 4	摂食成分量(g)	389.24	366.21	79.20	15.22	225.06	46.73
	糞中 〃 〃	140.67	120.74	20.64	8.07	63.35	26.67
	消化量 〃	248.57	247.47	58.56	7.15	161.71	20.05
	消化率(%)	63.86	67.57	73.93	46.90	71.85	42.92
平均消化率(%)		62.27	66.05	72.14	48.06	69.93	42.84

第9表　モリシマ及び英国トゲナシアカシヤの樹葉の可消化成分（%）

	乾物	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	純蛋白質	T.D.N.	S. V.
モリシマ樹葉									
組成分	40.17	38.84	6.49	2.43	18.75	10.77	5.99		
消化率	39.84	43.18	33.09	54.38	50.66	34.30	32.27		
可消化成分	16.00	16.77	2.28	1.32	9.50	3.69	1.93	18.44	12.82
英国トゲナシアカシヤ樹葉									
組成分	36.32	34.17	7.39	1.42	21.00	4.36	—		
消化率	62.27	66.05	72.14	48.06	69.93	42.84	—		
可消化成分	22.62	22.57	5.33	0.68	14.69	1.87	—	23.42	21.28

65%相当であることがわかる．最後にモリシマ樹葉の可消化成分では，英国トゲナシアカシヤ樹葉に比べて粗脂肪1.32，粗繊維3.69各%となって高い反面，粗蛋白質では2.28，可溶性無窒素物9.50各%を示して低くなっている．全可消化成分は英国トゲナシアカシヤ樹葉の23.42%に対して，モリシマ樹葉は18.44%になってかなり低く，澱粉価では英国トゲナシアカシヤの21.28という高い数値に比べモリシマのそれは12.82となりその開きは相当大きい結果となっている．これをみると，全可消化成分の違いよりも澱粉価の相違がはるかに大きくなっていることがわかり，このことはモリシマの樹葉が水分含量少なく，従って乾物量は一応多くなっているものの，一般に消化率が低いために全体としての栄養は劣り，粗繊維含量の多いことから有効率の低いことを意味する．すなわち澱粉価換算においては粗繊維控除を行なつたが，これらを有効率に直すとモリシマ樹葉71.26%に対して英国トゲナシアカシヤ樹葉は93.50%と相当な差が出ている．特にこの種の豆科植物に期待できる可消化粗蛋白質の含量に極端な差のあることは，飼料的にみて英国トゲナシアカシヤ樹葉に及ばないことを決定づけるものといえる．それ故飼料目的に重点をおいて植栽する場合は，やはり英国トゲナシアカシヤなどニセアカシヤ属の樹種を選択すべきであるとい

えるが，モリシマを防風用あるいは肥料木として植栽した場合でも，その一部を伐り取って家畜飼料として与えることはさしつかえなく，その際の飼料としての価値水準は一応総合的にみて，英国トゲナシアカシヤ樹葉の 50～60%程度に当るものと考えてよかろう．またフサシアカヤ樹葉についてもほぼモリシマ樹葉に準じた取り扱いで大した間違いはないものと推測せられる．

4. 摘　　要

アカシヤ属のモリシマ及びフサアカシヤ樹葉の飼料的価値を明らかにするため，主として一般成分の季節的変化，嗜好性及び消化率などを調べて英国トゲナシアカシヤ樹葉と比較した結果，次のことがわかった．

(1)モリシマ及びフサアカシヤ樹葉は，寒期には成熟型の組成を示して粗脂肪，可溶性無窒素物及び粗繊維量が多くなり，年間におけるそれら成分の変化の状態は鍋底状に近いのに対して，英国トゲナシアカシヤの樹葉は粗繊維含量がほぼ直線に近い形で上昇する外，粗蛋白質の変化は少なく，可溶性無窒素物及び粗脂肪量は初期には上昇するがその後の変化は少ない．

(2)各樹葉ともに 8 月の乾物量の低下につれて粗蛋白質，粗脂肪及び可溶性無窒素物含量が一時低下するのは，この時期の伸長が盛んで古葉に対する新葉の割合が増加するためと考えられる．

(3)嗜好性では　モリシマ樹葉は英国トゲナシアカシヤの樹葉よりもやや劣り，連続給与の場合には採食量もかなり低下するが，緬羊及び山羊で 1 回 2kg が限界の様である．

(4)モリシマ樹葉の消化率は，英国トゲナシアカシヤ樹葉よりも総ての成分において低くなっており，ことに粗蛋白質の消化率が低い．

(5)可消化成分では，モリシマ樹葉が粗脂肪1.32，粗繊維 3.69各%となって英国トゲナシアカシヤ樹葉よりも高い反面，粗蛋白質では2.28，可溶性無窒素物9.50各%を示して低くなっている．

結局モリシマの樹葉は，T. D. N. 18.44，S. V. 12.82 であるのに対して，英国トゲナシアカシヤの樹葉は T. D. N. 23.42，S. V. 21.28となるから，S. V. で前者は後者の60%相当に過ぎず，フサアカシヤの樹葉もほぼこれに準ずるものと認められる．

引　用　文　献

(1) 倉田益二郎：飼肥料木草と植栽法，118，東京，博友社 (1955)．
(2) 後藤寛助：農事試験場報告，**41**，57 (1916)．
(3) 陸獣：団報，376号，1487 (1940)．
(4) 安中昭雄：畜産の研究，**9**，393 (1955)．
(5) 田先威和夫：畜産の研究，**8**，821 (1954)．
(6) LENKEIT W. et al. *Wiss. Archiv für Landw. Abt. B,* 4 (1930)．
(7) 広瀬可恒他：日畜会報，**30**，131 (1949)．
(8) 片山，後藤：農事試験場報告，**41**，(1929)．
(9) 後藤寛助：農事試験場報告，41，57 (1916)．
(10) 石塚鉄平他：井口賢三；畜産飼料学，東京，養賢堂（昭和25年）より引用

Résumé

To make clear the feeding value of the leaves of Acacia mollissima and Acacia dealbata, and mainly to investigate the seasonal change of the general ingredients, preference, digestibility etc, in comparison with the leaves of Acacia parasol, the experiments have been made and have obtained the following result;

1. The leaves of Acacia mollissima and Acacia dealbata showed tendency of growth at a cold season and crude fat, nitrogen free extract, and crude fibre increased in quantity and the state of change of these ingredients during a year is something like the bottom of a pan. While in the leaves of Acacia parasol the quantity of crude fibre rose nearly in straight line, and besides, the change of crude protein was less, and the quantity of nitrogen free extract and crude fat increased at early period, but later, it was changeless.

2. The temporal lowering of the quantity of crude protein, crude fat, nitrogen free extract, according to the decrease of all leaves and dry matter during August is regarded as due to the fact that the growth at this season is very remarkable so that the increase of the new leaves exceeds the old leaves

in quantity.

3. As to the preference, the leaves of Acacia mollissima and Acacia dealbata are a little inferior to those of Acacia parasol, and the quantity of feed considerably decreases in the case of constant ration.

4. The digestibility of the leaves of Acacia mollissima is inferior to the leaves of Acacia parasol in all the ingredients, especially crude protein shows indigestion.

5. As to the digestible ingredients: The leaves of Acacia mollissima have 1.32% crude fibre, and have higher percentage than the leaves of Acacia parasol, but showed lower percentage, having 2.28 % of crude protein and 9.5% of nitrogen free extract.

In the last analysis, while the leaves of Acacia mollissima have 18.44 T. D. N., 12.82 S. V., those of the leaves of Acacia parasol have 23.42 T. D. N., 21. 28 S. V. and therefore, S. V. of the former corresponds to no more than 60% of that of the latter and the leaves of Acacia dealbata are nearly proportional to this.

(Received November 30. 1960)

家禽飼料における green meal の利用に関する研究

I 産卵鶏飼料に対する英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末の混用価値とその消化率について

中広義雄, 一色 泰

Studies on the utilization of green meal in the poultry feed

I The value of adding dry powdered leaves of Acacia parasol to the laying hen

Yoshio NAKAHIRO and Yutaka ISSHIKI

1. 緒 言

鶏に対して青刈豆科牧草など優良草の乾燥粉末を，いわゆる green meal として基礎飼料中に混用することにより，energy の代謝はもちろん vitamin 及び無機質の給源として有効であることは，多くの研究者によって認められて来た．

青草に対しては武安ら[1]が単冠白色レグホーン横及び横斑プリマスロック種の鶏を用いて，配合飼料の一部をラジノクロバーで置換飼養を行なった結果，配合飼料 80g を給与した場合緑餌としての採食量は 200g が限度で，配合飼料90g，緑餌 100g として一定給与した場合，産卵は順調で配合飼料 15～20g 相当の置換ができたとしている．緑葉の飼料価値は草の種類[2]，生育条件や生育時期によっても異なり[3]，海塩[4]は緑葉の消化試験成績を発表している．また森本ら[5]は青刈ライ麦及びラジノクロバーの消化率の査定を行なって，蒸煮など後処理に伴なう消化率の変化について報告した．

一方高森ら[6]は単冠白色レグホーン種及び名古屋種を用いて，雑草風乾物27～29%を含む混合飼料で飼養試験を行なった結果，雛の増体量，精肉歩合，産卵率ともに有意差が認められなかったと報告している．著者[7]も紫雲英葉部乾燥粉末を使用して混用試験を行ない，30%混用の可能性について報告した．また最近木部ら[8]はケンタッキー31フェスクの乾燥粉末による鶏の消化率を発表し，粗繊維の消化率が予想よりも高いことを明らかにしている．

この他に未知の成長因子の存在[9,10]や卵質改善作用のあることも論じられており，このため北米合衆国では alfalfa meal を広く実用的に利用されているところである[11]．

英国トゲナシアカシヤ *R. pseudacacia var. umbraculifera* の樹葉は飼料成分に富み[12]，ことにその蛋白質を構成するアミノ酸は優れており[13]，また xanthophyll の含有量も相当高いことが認められている．すなわち田先ら[14]は MITCHELL の方法により草類蛋白質の生物価を比較した結果，レッドクロバー 55 に対しニセアカシヤ 72 でニセアカシヤ樹葉の蛋白質は非常に優良であると報じている．

そこで英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末を産卵鶏の飼料中に混合することによって，配合飼料の代替価値と体重，卵重などに及ぼす影響を明らかにするとともに，これが消化率を査定したのでこゝにその結果について報告する．

2. 試験の材料及び方法

〔英国トゲナシアカシヤ樹葉粉末の調製〕

本試験に用いた英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末は，昭和33年10月10日に香川大学農学部付属農場傾斜地農場より採取，風乾後微粉状に粉砕して調製した．

〔方法〕

a. 第1試験（産卵率，卵重及び体重に及ぼす影響）

供試鶏としては同一条件にある単冠白色レグホーン種3年鶏雌を用いて，平飼鶏舎（各区とも1室2.7m×3.6mの広さで同じ面積の運動場を付設）に収容，基礎飼料に対し前記の英国トゲナシアカシャ粉末を5％，10％混用の2区に区分して対照区（基礎飼料区）と比較対照させたが，試験に供した鶏は各区とも20羽とした．

試験の期間は昭和34年5月1日から30日間とし，この期間内の成績を試験前後の各30日間のそれと比較することにより，混用価値を判定した．なほ飼料の給与は1日3回とし朝夕は練餌，昼粉餌の限定給与方式をとり，青菜及びカキ殻は自由食、水も自由に飲ませたが，各区の鶏に給与した飼料の配合と一般組成は 第1表 の通りであり，1日1羽当り 110g を与えた．

第1表 給与飼料の配合及び組成 (％)

英国トゲナシアカシャ粉末混合率	0	5	10
まるはオールマッシュ	60	57	54
まるは魚粉	7	6	6
小麦	11	10	10
二種混合	11	11	10
マルエイ成鶏4号	11	11	10
固形分	90.66	88.99	88.96
粗蛋白質	20.28	19.97	20.07
粗脂肪	4.56	4.58	4.63
粗繊維	5.38	5.64	5.99
可溶性無窒素物	52.76	52.93	53.61
粗灰分	6.01	5.81	5.75

b. 第2試験（消化率の査定）

横斑プリマスロック種♀×ロードアイランドレッド種♂による F_1 いわゆるゴーデンネックの若雄（孵化後5カ月）3羽を用い、これに受糞袋をつけて混合排泄物として採取の後全量を風乾して分析に供したが、供試鶏は標準的発育条件にあるものを 45×40×36cm のケージに収容した．排泄物は朝，夕の2回にわたって採取を行ない、各期の糞の限界を知るための色素としてはカルミンを使用した．

試験は3期に分け第1期は基礎飼料，第2期には基礎飼料＋英国トゲナシアカシャ粉末（9：1）、第3期には基礎飼料＋英国トゲナシアカシャ粉末（4：1）を給与し、試験の期間は各期ともに1週間として，それぞれ2日の予備期をとった．

給餌は各期とも1日3回、給与の直前に規定量の飼料を水で練って与えた．なほ給水は下痢的病状を予防する意味から制限し，1日1羽当り 250cc を限度として各食後に飲ませた．

給与飼料及び風乾糞尿の組成の分析は定法によって行ない，糞尿中のアンモニア含量は Folin[15]の方法により，尿酸態窒素の定量については片山法[16]によった．また糞尿別成分の算定は次式に従った．

（排泄物 100分中）

尿のN＝(尿酸態N＋アンモニア態N)×1.25

尿の有機物＝尿のN×3.26

尿の脂肪＝尿の有機物×0.018

糞の粗蛋白質＝(排泄物の全N－尿のN)×6.25

糞の粗脂肪＝排泄物の全粗脂肪－尿の粗脂肪

糞の粗繊維＝排泄物の全粗繊維

糞の可溶性無窒素物＝糞の有機物－(糞の粗蛋白質＋糞の粗脂肪＋糞の粗繊維)

糞の有機物＝100－(排泄物の水分＋粗灰分＋尿の有機物)

3. 結果及び考察

(1) 産卵鶏飼料に対する英国トゲナシアカシャ樹葉粉末混用の影響

a. 飼料の摂取量

Green meal の混用に当りまず第一の問題となるのは採食量であるが，試験の開始とともに混用飼料を与えた鶏は食慾が減退して採食の低下するのがみられた．すなわち，5％混用区では3日間位採食時間の長びくことが観察

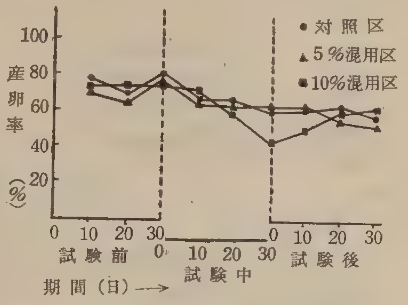
されたが残食はなく，4日目以後は特別な違いは認められなかったのに対して，10%混用の鶏は10日間以上もこの状態が続き，しかも始めの数日は残食量が⅓にも達した程極端に食慾の落ちることがみうけられた．採食時間からみても対照区の鶏が飼料給与後30分以内に食べ尽しているのに反して，5%混用区は2時間，10%混用区は約3時間を要した．残食は総て翌日に持ち越したので結局期間内の採食量は各区とも同量となった．

配合による最終的な成分組成では，3区はともに大差なく特に鶏の嗜好を低下させる原因は見出されないが，英国トゲナシアカシヤ粉末中には相当量のタンニンが含有されており，5～10%混用した場合でも普通一般の養鶏飼料に比較すると，鶏の嗜好度に大きな影響を与えることが想像される．これは一面養鶏飼料資源中にはタンニン含量の高いものは殆んどなく，このため一般にタンニンに対する食覚訓練に乏しく，敏感に採食度に影響があらわれて来るものと思われる．

b.　産卵率

第1図により試験期間中の産卵率を試験開始前1カ月間のそれに比較すると，10%混用区において後半の産卵率低下の大きいことが目立つが，5%混用区及び対照区では大した変化はみられない．10%混用区の産卵率低下は前記の残食その他一般的な食慾と関連性があるものと考えられ，これに伴なう消化率の低下（摂食可消化養分量の低下を意味する）を招いて，連鎖的に能力の低下が起るものと思われる．

次で試験終了後1カ月間の産卵率をみると，5%混用区の鶏がわずかながら低下しているけれども，対照区でも同じ程度の低下があるのでこれは季節的条件など環境や鶏の状態によっているものと想像されるが，それにしても10%混用区の産卵率の上昇は大きい．この原因については試験中の飼料の消化難，食慾の減退などから産卵を抑制されていたものが，その後基礎飼料への復元により飼養条件が改善されるにつれて，産卵率も急速に復調して上昇をたどったものと判断される．



第1図　試験期間及び前後1カ月間の産卵率（%/1羽/10日）

試験前後の各区の鶏における産卵率に対し統計分析を行なったところ，対照区の試験期間中の産卵率のやゝ低下は，試験前1カ月の産卵率との間に1%水準で有意性があり，5%混用区で試験終了後1カ月間の産卵率低下は，試験期間中の産卵率低下に対して同じく1%水準で有意性が認められる．また10%混用区の試験中の産卵率低下は試験前1カ月の産卵率に対して1%水準以上高度の有意性がみられ，試験終了後1カ月間の産卵上昇も試験期間中の産卵率に対して5%水準で有意性が認められる．従って試験期間中は試験前1カ月間に比し一般条件がやゝ産卵に不利であったということができ，5%混用では対照鶏と同じ程度の産卵率の期待出来ることがわかったが，この区で試験終了後の産卵率が低下しているのは，基礎飼料復元に伴なう一時なもの，あるいは産み疲れなどが考えられるも重大なる意義をもつとは思われない．10%混用の鶏の場合試験期間の産卵低下が特に有意性高く，基礎飼料へ転換した場合の産卵増加の方が有意水準の低いことから，飼料転換の鶏の能力に及ぼす影響は悪質飼料に移行した場合，より普遍的にあらわれ，良質飼料への転換はいくらか個体的変異が多く影響度もやゝ低いと考えられ，これは鶏の飼養上留意すべき問題を含んでいるものといえる．

以上の結果から英国トゲナシアカシヤ樹葉の粉末を green meal として鶏に与える場合は，一応5%内外が限度で10%も混用するときは著しく産卵を減少することがわかる．しかしながら green meal の最大の効用は豊富な vitamin, xanthophyll や優良無機質などにあると考えられ，本試験では energy 源あるいは蛋白源としての価値を比較する点に重点がおかれた結果となっているので，冬季青葉不足の折に混用すれば本試験の結果よりもより高い混用価値が期待できるのではないかと考えられる．この点については更に別の角度から追試の後検討を加えたい．

c.　卵重

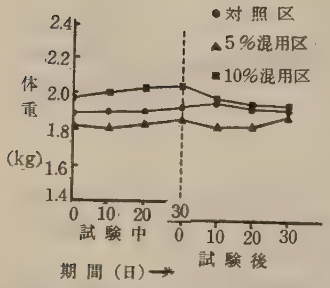
試験期間中の平均卵重を試験終了後のそれに比較してみると，第2表に示した様に対照区の平均卵重が増加しているのに対して，5%混用区，10%混用区はともに減少している．しかしその増減に対しては統計的にみて有意性は認められないので，この場合卵重に対しては大した影響はなかったものと考えてさしつかえなかろう．たゞ試験

期間中の10％混用区の卵重が他の区よりも 2g 以上も高くなっているのは，産卵率の低下に伴なう卵重増の形があらわれているものと考えられるが，試験前の卵重が記録されてないので，厳密な意味では判断が難かしい．

第2表 試験期間中及び終了後1カ月間における卵重の比較

	平均卵重 (g)		
	試験期間	試験終了後1カ月間	増減
対照区	57.14±1.01	58.64±1.07	+ *
5％混用区	57.06±0.92	56.75±0.74	－ *
10％混用区	59.38±1.10	58.90±0.97	－ *

* 有意性なし



第2図 試験期間中及び試験終了後1カ月間における体重の変化（1羽当り平均）

d. 体重

試験を開始してから終了1カ月後に至る間の鶏の体重変化は，第2図の様である．これによると各区の鶏ともに試験中はわずかながら上昇気味であるが，終了後は対照区が殆んど無変化であるのに比べて，10％混用区はなだらかな下降線をたどっており，5％混用区では中だるみ状態を示すものゝ全体的にみると余り変化はない．試験終了を境として10％混用区の鶏の体重が低下しているのは，やはり基礎飼料への転換による産卵率の急上昇と関係あるものと考えられるが，いま試験開始時：試験終了時，試験終了時：終了1カ月後のそれぞれの平均体重を比較し，その有意性を検定した結果は第3・4表の通りとなって，試験終了時における10％混用区のみが1％水準で有意性がみられる外，総て有意性は認められない．また試験終了時の10％混用区の体重増加は極めて低いため実用的には問題とならない程度といえる．

第3表 試験期間中及び終了時における体重の比較

	平均体重 (g)		
	試験開始時	試験終了時	増減
対照区	1.90	1.94	+0.059±0.032
5％混用区	1.83	1.88	+0.115±0.036
10％混用区	1.99	2.06	+0.069±0.020 *

* 1％水準で有意性あり

第4表 試験終了時及び終了1カ月後における体重の比較

	平均体重 (g)		
	試験終了時	試験終了1カ月後	増減
対照区	1.94	1.94	−0.021±0.016 *
5％混用区	1.88	1.90	+0.029±0.036 *
10％混用区	2.06	1.94	+0.015±0.018 *

* 有意性なし

(2) 鶏における英国トゲナシアカシヤ樹葉粉末の消化率

各期における飼料の食下量及び排泄量は第5，6，7表の様であるが，第2期の No. 3 が1日だけ 60 g 給与と

第5表 飼料の食下量及び排泄量 (第1期)

	No. 1		No. 2		No. 3	
	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量
(1960)	g	g	g	g	g	g
7月1日	90	26.80	90	12.25	90	8.21
2	〃	154.45	〃	124.95	〃	114.50
3	〃	114.75	〃	105.70	〃	119.55
4	〃	125.15	〃	110.45	〃	107.10
5	〃	114.05	〃	105.40	〃	121.00
6	〃	108.75	〃	100.15	〃	121.15
7	〃	93.60	〃	91.85	〃	129.10
8		82.60		101.95		119.85
合計	630	816.15	630	752.70	630	840.46
風乾量		204.36		185.54		195.24

第6表 飼料の食下量及び排泄量 (第2期)

	No. 1		No. 2		No. 3	
	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量
(1960)	g	g	g	g	g	g
7月11日	90	17.75	90	26.10	90	19.24
12	〃	109.05	〃	117.40	60	124.00
13	〃	119.60	〃	104.55	90	96.40
14	〃	115.30	〃	98.65	〃	149.00
15	〃	145.30	〃	131.25	〃	125.05
16	〃	162.75	〃	124.10	〃	215.50
17	〃	141.75	〃	107.95	〃	154.60
18		65.10		88.00		113.00
合計	630	876.60	630	798.00	600	996.79
風乾量		249.92		252.19		234.54

第7表 飼料の食下量及び排泄量 (第3期)

	No. 1		No. 2		No. 3	
	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量	飼料食下量	排泄量
(1960)	g	g	g	g	g	g
7月21日	90	62.40	90	70.00	90	50.00
22	〃	153.60	〃	154.40	〃	189.50
23	〃	143.50	〃	139.25	〃	132.10
24	〃	164.10	〃	144.10	〃	111.80
25	〃	130.40	〃	147.40	〃	118.00
26	〃	142.45	〃	142.80	〃	140.05
27	〃	124.40	〃	119.25	〃	124.35
28		115.70		92.75		161.40
合計	630	1036.55	630	1009.95	630	1027.20
風乾量		235.61		237.34		224.24

なっている外は，全期間を通じて総て90ｇつつ与えた．給与前にはソノウを確めて喰滞のある場合は減食を考えたが，第２期の No. 3 を１回のみ60ｇ とした外は異常なく順調に消化が行われたものとみられた．試験期間中は夏季であるため気温高く，またケージに収容したこともあって排泄物中の水分含量の多いことが目立ち，凡そ70％近くまで上昇している．

次で基礎飼料及び英国トゲナシアカシヤ粉末の組成は第８表の通りであり，英国トゲナシアカシヤ粉末は基礎飼料に比べて粗蛋白質，粗脂肪，粗繊維などがやゝ高位にある反面，可溶性無窒素物と粗灰分が低くなっている．従って全体としてみると粗繊維量が多いために有効率は低くなり，基礎飼料よりは生産エネルギーの劣ることが予測せられる．

第８表　給与した基礎飼料及び英国トゲナシアカシヤ粉末の組成　（％）

	水　分	粗蛋白質	粗 脂 肪	可 溶 性 無窒素物	粗 繊 維	粗 灰 分
基　礎　飼　料　(配合)	8.93	16.84	3.58	57.45	6.13	7.07
英国トゲナシアカシヤ粉末	12.66	18.68	5.49	46.61	11.70	4.86

第１期すなわち基礎飼料を与えた場合の鶏の排泄物及び糞尿別組成は第９表の通りとなった．この数字から基礎飼料の消化率を算定すると第10表の様になって，個体差は比較的少なく平均消化率として有機物 76.80，粗蛋白質 68.57，粗脂肪 85.41，粗繊維 31.41各％ となっているから，産卵飼料としては中等程度の消化率をもつものといえる．

第９表　基礎飼料を与えた場合鶏の排泄物及び糞尿別組成分　（％）

	水　分	全　N	尿 酸 態 N	アンモニア態 N	粗 脂 肪	粗 繊 維	粗 灰 分
No.　1	8.94	4.78	1.47	0.21	1.79	13.40	16.30
No.　2	9.94	4.25	1.23	0.24	1.58	13.71	25.61
No.　3	9.37	4.85	1.15	0.25	2.01	13.65	23.00

	尿			糞				
	全　N	有 機 物	粗 脂 肪	有 機 物	粗蛋白質	粗 脂 肪	可 溶 性 無窒素物	粗 繊 維
No.　1	2.10	6.85	0.12	67.51	16.72	1.67	36.19	13.40
No.　2	1.84	6.00	0.11	58.45	15.06	1.49	28.21	13.71
No.　3	1.75	5.71	0.11	61.92	19.38	1.91	26.98	13.65

第10表　基礎飼料の消化率

		有　機　物	粗 蛋 白 質	粗　脂　肪	可　溶　性 無 窒 素 物	粗　繊　維
No. 1	食 下 量　(g)	529.20	106.09	22.55	361.94	38.62
	風乾糞量　〃	138.98	34.23	3.41	73.96	27.38
	消 化 量　〃	390.22	71.86	19.14	287.98	11.24
	消 化 率　(％)	73.74	67.73	84.88	79.57	29.10
No. 2	食 下 量　(g)	529.20	106.09	22.55	361.94	38.62
	風乾糞量　〃	108.45	27.94	2.73	52.34	25.44
	消 化 量　〃	420.75	78.15	19.82	309.60	13.18
	消 化 率　(％)	49.51	73.66	87.89	85.54	34.13
No. 3	食 下 量　(g)	529.20	106.09	22.55	361.94	38.62
	風乾糞量　〃	120.90	37.84	3.73	52.68	26.65
	消 化 量　〃	408.30	68.25	18.82	309.26	11.97
	消 化 率　(％)	77.15	64.33	83.46	85.45	30.99
平 均 消 化 率　(％)		76.80	68.57	85.41	83.52	31.41

次に基礎飼料対英国トゲナシアカシヤ粉末を9：1とした場合，すなわち第2期の排泄物及び糞尿別組成は第11表の通りで，これにより英国トゲナシアカシヤ粉末の消化率を算定すると，粗繊維を除く他の成分の消化率は個体差が大きく（第12表），中でも粗蛋白質が No. 1 で 10.11%，No. 2 は −42.65%，No. 3 が −57.98% となっていることが特徴として挙げられる．3羽の鶏の中2羽が負の消化率を示し他の1羽も甚だ低率にあることは，英国トゲナシアカシヤ粉末混入の影響が特に蛋白質の消化率低下を招いているといえよう．これに反し粗繊維は30%前

第11表 基礎飼料＋英国トゲナシアカシヤ粉末（9：1）給与の場合の排泄物及び糞尿別組成 （%）

	水分	全N	尿酸態N	アンモニヤ態N	粗脂肪	粗繊維	粗灰分
No. 1	9.26	5.06	1.72	0.21	2.16	11.78	17.28
No. 2	9.25	5.16	1.78	0.22	2.20	11.14	18.85
No. 3	8.35	5.47	1.42	0.24	1.96	11.94	18.20

	尿			糞				
	全N	有機物	粗脂肪	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維
No. 1	2.41	7.86	0.14	65.60	16.56	2.02	29.74	11.78
No. 2	2.50	8.15	0.15	63.75	16.63	2.05	26.22	11.14
No. 3	2.08	6.78	0.12	66.67	21.19	1.84	25.44	11.94

第12表 基礎飼料＋英国トゲナシアカシヤ粉末（9：1）給与の場合の英国トゲナシアカシヤ樹葉粉末の消化率

		有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維
No. 1	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	51.96	11.77	3.46	29.36	7.37
	基礎飼料食下量 〃	476.29	95.48	20.30	325.75	34.76
	食下総量 〃	528.25	107.25	23.76	355.11	42.13
	風乾糞量 〃	150.16	41.39	5.05	74.28	29.44
	混合飼料の消化量 〃	378.09	65.86	18.71	280.83	2.69
	基礎飼料の消化量 〃	351.12	64.67	17.23	259.20	10.10
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	26.89	1.19	1.48	21.63	2.59
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	51.71	10.11	42.77	73.67	35.14
No. 2	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	51.96	11.77	3.64	29.36	7.37
	基礎飼料食下量 〃	476.29	95.48	20.30	325.75	34.76
	食下総量 〃	528.25	107.25	23.76	355.11	42.13
	風乾糞量 〃	141.33	41.94	5.17	66.12	28.10
	混合飼料の消費量 〃	386.92	65.31	18.57	288.99	14.03
	基礎飼料の消化量 〃	378.69	70.33	17.84	278.65	11.87
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	8.23	−5.02	0.75	10.34	2.16
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	15.84	−42.65	21.68	35.22	29.35
No. 3	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	49.49	11.21	3.29	27.97	7.02
	基礎飼料食下量 〃	453.60	90.94	19.33	310.23	33.10
	食下総量 〃	503.09	102.15	22.62	337.20	40.12
	風乾糞量 〃	121.06	29.07	4.32	59.67	28.00
	混合飼料の消化量 〃	360.40	52.45	18.30	277.53	12.12
	基礎飼料の消化量 〃	349.12	58.50	16.13	265.09	9.40
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	11.83	−6.50	2.17	12.44	3.72
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	23.90	−57.98	65.96	44.48	38.75
平均消化率 (%)		30.15	−30.17	43.47	51.12	34.41

後の消化率で落ちついており，粗脂肪，可溶性無窒素物もほゞ常識的な線に沿っており，結局平均消化率として有機物30.15、粗蛋白質 −30.17、粗脂肪 43.47，可溶性無窒素物 51.12，粗繊維 34.41各% となっている．

最後に基礎飼料対英国トゲナシアカシヤ粉末の混合比率4：1にした場合の排泄物及び糞尿別組成は第13表の通りで，同様にしてこの場合の消化率を算定すると（第14表），No. 2 個体の粗脂肪が特に低率である点を除いて個体的な極端な違いは出ていない．従って平均消化率によって比較すると，有機物 67.63，粗蛋白質 63.88，粗脂

第13表 基礎飼料＋英国トゲナシアカシヤ粉末（4：1）給与の場合の排泄物及び糞尿別組成 (%)

	水分	全N	尿酸態N	アンモニア態N	粗脂肪	粗繊維	粗灰分
No. 1	7.21	4.89	1.12	0.19	2.95	13.14	13.24
No. 2	7.65	4.44	1.04	0.20	3.59	13.14	14.58
No. 3	7.49	4.25	1.08	0.18	3.71	13.95	13.95

	尿			糞				
	全N	有機物	粗脂肪	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維
No. 1	2.39	7.79	0.14	71.76	15.63	2.81	38.08	13.14
No. 2	2.48	8.08	0.15	69.69	10.25	3.44	31.42	13.14
No. 3	2.00	6.52	0.12	72.04	17.23	2.86	34.83	13.95

第14表 基礎飼料＋英国トゲナシアカシヤ粉末（4：1）給与の場合の
英国トゲナシアカシヤ樹葉粉末の消化率

		有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維
No. 1	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	103.92	23.54	6.92	58.72	14.74
	基礎飼料食下量 〃	423.36	84.87	18.04	289.55	30.90
	食下総量 〃	527.28	108.41	24.96	348.27	45.64
	風乾糞量 〃	164.13	36.83	6.62	89.72	30.96
	混合飼料の消化量 〃	383.83	71.58	18.34	279.23	14.68
	基礎飼料の消化量 〃	312.17	57.48	15.31	230.39	8.99
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	71.66	14.10	3.03	48.84	5.69
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	68.96	59.90	43.79	83.17	38.60
No. 2	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	103.92	23.54	6.92	58.72	14.74
	基礎飼料食下量 〃	423.36	84.87	18.04	289.55	30.90
	食下総量 〃	527.28	108.41	24.96	348.27	45.64
	風乾糞量 〃	138.88	29.07	8.16	70.46	31.19
	混合飼料の消化量 〃	409.08	79.34	16.80	298.49	14.45
	基礎飼料の消化量 〃	336.61	62.52	15.86	247.68	10.55
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	72.49	16.84	0.94	50.81	3.90
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	69.76	71.54	13.58	86.53	26.46
No. 3	英国トゲナシアカシヤ食下量 (g)	103.92	23.54	6.92	58.72	14.74
	基礎飼料食下量 〃	423.36	84.87	18.04	289.55	30.90
	食下総量 〃	527.43	108.41	24.96	348.27	45.64
	風乾糞量 〃	154.43	38.64	6.41	78.10	31.28
	混合飼料の消化量 〃	392.53	68.77	18.55	290.85	14.36
	基礎飼料の消化量 〃	325.86	54.60	15.06	249.42	8.78
	英国トゲナシアカシヤの消化量 〃	66.67	14.17	3.49	43.43	5.58
	英国トゲナシアカシヤの消化率(%)	64.16	60.21	50.43	73.96	37.86
平均消化率 (%)		67.63	63.88	35.93	81.22	34.31

肪 35.93，可溶性無窒素物81.22，粗繊維 34.31各%となるが，こゝで第2期，第3期の成績から両期の英国トゲナシアカシヤ樹葉粉末の可消化成分を算出すると，第15表の様になった．これで両者を比較してみると，粗繊維の消化率は両期の差が殆んどないので可消化成分でも違いは少ないが，粗蛋白質は第2期 −30.17% であった消化率が

第15表 鶏における英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末の可消化成分 (%)

	水分	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶性無窒素物	粗繊維	TDN
組成分	12.66	82.48	18.68	5.49	46.61	11.70	
10%混入の場合							
消化率		29.35	(−30.17)	43.47	51.12	34.41	
可消化成分		24.21	—	2.39	23.43	4.03	32.84
20%混入の場合							
消化率		67.63	63.88	35.93	81.22	34.31	
可消化成分		55.78	11.93	1.97	37.86	4.02	58.24

第3期になると 66.88% と極端に上昇している．次で可溶性無窒素物も 51.12% から 81.22% にまで上昇しているのに対して，粗脂肪では第3期がやゝ低下しているので，結局有機物としての消化率は第2期の 29.35% に対し第3期は 67.63% となり，第2期：第3期のそれは2倍以上の上昇である．これにつれて各可消化成分も変動しているので，10%混入の第2期が 32.84%，20%混入の第3期が 58.24% で同じく第3期が2倍近くの成績を示していることがわかる．

これらの成績をみると，混用量を多くするごとに消化率の低下を招くのではないかとの予想に反して，20%混用時がかえっよい成績が得られた点に疑念が抱かれる．その原因についてはこうした異質の飼料を混用する場合，その消化率は一度低下して後常態に復するものと考えられ，10%混入も前半期の消化減退が大きな影響を与えているものと思われる．従ってこの様な異質（習慣性を含めた）の飼料資源を混用して消化率の試験や生産的価値の検定を行なうには，飼料置換後やや長目の予備期をとる必要が考えられる．

従来反芻家畜の消化率査定に当っては，食下飼料の消化管内における滞溜期間が長く，試験期間中の糞の限界を定めることが困難であることから，1週間程度の予備期が必要とされているが，鶏では消化管通過が早くその上色素による糞の限界判別も比較的容易であるために 2日程度の予備飼育で充分とされている．もちろん質的内容を著しく異にする飼料の給与に際しては，鶏の場合といえどもいくらか長い予備期をとる必要が起るが，予備飼育には大体二つの意義が考えられる．その1は色素法によって比較的容易に糞の分別が行われる鶏の場合でも，厳密には多少の変動は免れないし，そのために起る誤差をできるだけ小さくする手段としての意義であり，他の1は本試験の結果から考察される通り，内容を異にする飼料への転換によって起る消化活動の一時的低下に伴なう誤差を最小ならしめるためである．本試験の第1期で基礎飼料に対して英国トゲナシアカシヤ粉末を9：1の混用率とした場合，基礎飼料との間に粗蛋白質，粗繊維量の点では異質飼料への転換という程の変化とは考えられなかったが，このことが結果的には10%混入時にもつ英国トゲナシアカシヤ粉末の真の消化率の査定に困難を来したものと解釈される，換言すればこの程度の範囲内でもなほ鶏の消化活動にとっては，一時的低下は免れないことが結果を通じて判断された．従って第2期の場合もっと長い予備期をとることによって，習慣性から来る消化活動の安定化の後本試験に入る必要があったのではないかと考えれる．しかし異る時点にある第1期と第2期では基礎飼料の消化率でもある程度の変異はあるので，飼料転換前後の時期別変化の様相をみながら吟味する必要がある．このことについては今後の課題として更に試験を行なった後追究したい．

以上の結果にかゝわらず10%混入の際の真の成績は，20%混用と同水準あるいはそれをやゝ上廻るものと判断するのがむしろ妥当の様に思われる．

4. 摘　　要

産卵鶏に対し green meal として英国トゲナシアカシヤの乾燥粉末を混用することが，産卵率，卵重及び体重に及ぼす影響並びにその消化率について明らかにするため，動物試験を行なったところ次のことがわかった．

1. 5%混用では始めの3日間やゝ採食時間の長びくのがみられたが，その後はほゞ正常に復し産卵率も全期間を通じて対照区と同じ水準にあった．10%混用区は採食量の低下が甚だしく，始めの数日間は⅓程度の残食があ

り，その後も採食時間は長く産卵率も他の2区に比べてかなり低水準にあるのが目立った．

2. 卵重に対しては明らかな影響はみられず，体重では10%混用区の鶏が試験期間中上昇し，基礎飼料に転換後は下降しているのがみられた．これは試験期間中の産卵減少，試験後の産卵の上昇に関係あるものと考えられる．

3. 10%混入の場合の消化率は粗繊維，粗脂肪を除く他の成分では，20%混入時に比べて低く特に粗蛋白質の消化率が負の関係にあることが注目される．20%混入時の粗蛋白質及び可溶性無窒素物の消化率の上昇は，習慣性による消化活動の安定によるものと考えられる．従って10%混入時の消化率がかえって悪くなっているのは，異質の飼料への急変による一時的消化減退が期間内の消化率を低くせしめているものと思われるので，実際の消化率は10%混入時も20%混入時と同等あるいはそれよりも高率と推定される．また異質飼料への転換に際してはやゝ長目の予備期をとる必要が考えられた．

引 用 文 献

(1) 武安他：畜産の研究，**11**，303 (1957).
(2) 森本宏：畜試報告，57，1 (1950).
(3) 鈴木嘉兵衛他：関東東山農試報告，1，1 (1951).
(4) 海塩義男：農研報告，G8，205 (1954).
(5) 森本宏他：農研報告，G13，133 (1957).
(6) 高森乙松他：畜産の研究，**13**，133 (1959).
(7) 中広義雄：香川農大学報告，**2**，18 (1950).
(8) 木部久衛他：日畜会報，**31**，119 (1960).
(9) Kohler G. O. et al：*Poult. Sci.*, **30**, 484 (1951).
(10) ―――――― ：*Poult. Sci.*, **31**, 284 (1952).
(11) Cowlishaw S. J.：*Poult. Sci.*, **37**, 960 (1958).
(12) 倉田益二郎：飼肥料木草と植栽法，東京，博友社 (1955).
(13) 安中昭雄：畜産の研究，**9**，393 (1955).
(14) 田先威和夫：畜産の研究，**8**，821 (1954).
(15) Folin O.：*Z. Phisiol. Chem.*, 161 (1902).
(16) 片山外美雄：農事試験場報告，42 (1918).

Résumé

To investigate the influence upon the laying rate, the weight of eggs and the digestibility of the mixture of the dry powdered leaves of Acacia parasol as the green meal of the laying hen, experiments were made and the following results were obtained;

1. 5% mixture: For the first three days, the feeding hour lengthened a little, but later, it resumed nearly its normally and the feeding rate was also of the same level with the contrasted area throughout the whole period.

10% mixture: Feeding quantity lowered considerably and for the first few days about one-third of the feed was left uneaten, and later too, the feeding hour was long, and the laying was of remarkably lower rate than the other two areas.

2. Not any apparent influence on the weight of eggs was seen. As to the weight of bodies, hens of the experimental period, and lowered after the standard feeding was restored. This fact seems to have some relation with the decrease of the laying after the period.

3. The digestibility in the case of 10% mixture is lower than in the case of 20% mixture in the gredients excepting crude fibre and fat, and especially it seems to be noticeable that the digestibility of crude protein shows negative.

The rise of the digestibility of crude protein and nitrogen free extract in the case of 20% mixture is regarded as due to the stability of the digestive activity from tendency. Therefore the change for the worse of the digestibility in the case of 10% mixture is considered as due to the fact that the sudden change of feed caused the temporal decline of digestion and lowered the digestive power during the period. It is presumed for this reason that the actual digestive rate is the same or rather higher than the case of 20% mixture.

It was also considered necessary to have somewhat long preliminary period at the time of the change of feeding.

(Received November 30, 1960)

高松市下笠居地区における複合果樹作経営に関する研究

Ⅱ 代表的複合果樹作経営構造の分析

森　和　男，喜　田　美　登

Studies on the diversified fruit-growing farm in Shimokasai ward, Takamatsu city

II An analytical study on the structure of a typical farm

Kazuo Mori and Yoshinori Kita

Ⅰ はしがき

最近における技術の発達と市場競争の激化は，地域的には集団的大産地の形成，単一果樹作への集中，また経営的には果樹専業的大規模経営化乃至小農経営の枠を越える共同化への方向を推進しているのであって，今や複合的乃至副業的果樹作地域或いは経営は，かかる条件の変化と趨勢に対応してその経営の改善を迫られていると云ってよい．

我々の調査対象としている高松市下笠居地区も本研究の第1報（香川大学農学部学術報告，第11巻，1959年12月）で述べておいたように典型的な複合果樹作経営地域であり，その成立についても多くの要因が指摘されたのであるが，現在多くの問題をもっていることも否定できない．

そこで本稿では下笠居地区における複合果樹作経営を代表するものとみられる農林省統計調査部；農業経営報告における調査農家5,018番（所在地；香川県高松市中山町，経営形態；果樹作経営）について公表された「農業経営調査報告」(1)や「農業経営調査年報」(2)および未公表の「作業表」などの原資料(3)を利用すると共に，調査農家について若干の補充調査を行い，経営構造の分析を通して複合果樹作経営の特徴及び問題点を検討することとする．

また同農家については昭和26年度から昭和33年度に至る8ヶ年にわたる資料が得られているが，経営の動向分析については別稿第Ⅲ報にゆづり，ここでは昭和32年と33年の2ヶ年平均の数値を中心に考察することとした．

なおこの研究に当っては，香川統計調査事務所経済調査課より原資料の提供その他格別の便宜と援助を賜り，また調査農家にも多忙の中を多大の御協力を頂いた．ここに銘記して感謝の意を表する．

Ⅱ 調査農家の概況

(1) 耕地の構成と土地利用

(イ)経営用地の構成は，水田1.3反，普通畑6.1反，樹園地15.1反耕地合計22.5反，で耕地中樹園地は67.1%をしめる．また普通畑は27.1%を占めかなり多いが，これは昭和30年に7反歩の原野を購入し，昭和30年から32年度にわたって開墾したものであり，耕地利用度も116%と著しく低い．なお土地の所有関係については現在は全部自作地となっているが，農地改革前は総べてが小作地乃至借入地であり，同農家が戦前は完全な小作農家であったことは注目に値いする．

次に，これらの耕地の上に作付けられた作物の構成をみると第1表の如くであり，果樹園面積が大きいと同時に6種以上の果樹が栽培されているほか労働集約的な苺などの作付が相当広い面積にわたって行われているのが特徴的である．なお果樹園の構成比率は苹果28.4%，桃10.1%，蜜柑36.5%，柿8.8%，夏柑8.8%，枇杷7.4%およびその他果樹となっている．またこれを成園，未成園別にみると果樹園合計では成園79.1%，未成園20.9%となっているが，種類別では蜜柑のみに未成園3.1反（57%）があるのみで，他はすべて成園となっている．さらに果樹の

第1表 調査農家の作物構成と栽培面積

項目 ＼ 年次	昭和32年度	昭和33年度
	反	反
水稲	1.3	1.3
裸麦・小麦	3.8	2.9
煙草	—	—
いちご	3.0	5.1
その他作物	3.5	3.7
以上作物計	11.6	13.0
苹果	4.2	4.2
桃	1.5	1.5
蜜柑	5.4	5.4
柿	1.3	1.3
夏柑	1.3	1.3
枇杷	1.1	1.1
以上果樹計	14.8	14.8
総作付面積計	26.5	27.8
経営耕地面積	21.4	22.5
土地利用度(総合)	124.0	124.0

品種別・樹令別構成では（第2表）苹果の品種が総べて「祝」で所謂青リンゴとしての早期（7月中・下旬）出荷を目標とするものであることがわかり，また栽培密度としては一般にかなり密植になっていることが知られる.

(ロ)次に調査農家の耕地条件と土地利用の状況についてみておくと水田については面積も狭く問題とすることも少ない. 1団地4枚からなり一枚当り平均面積3畝7歩で小さく用水に稍不足する年がある程度で米麦の生産力も比較的高く概して良好と云えよう.

次に普通畑は先にも述べた如く最近開墾したものであって，勝賀山腹の耕地では最も標高が高く，花崗岩の風化した砂壌土の瘠薄な南西向急傾斜地で，条件としては不良であるが，ただ一団地で集団面積が広い為に，施設の経済効果もあがり易いと考えられる．従って目下多数の土羽階段を設けて耕地条件の改善が図られており，また農舎，貯水槽，農道が設けられ蜜柑が栽植されるに至っている.

次に果樹園は花崗岩の風化した砂壌土乃至壌土であり，緩傾斜地に71%，急傾斜地に29%（但し新開墾地を含むと急傾斜地に約47%）となるのであり，緩傾斜地園が多いが，階段工が全く行われていない為に土壌侵蝕も考えられる．また耕土は 15～30cm で比較的浅く瘠薄であり，開園の古い園では酸度が匡正されているものの新しい園では酸性が強い．また下層土は砂土乃至礫土で地下水位は4m内外で低く排水はよいが，夏半期の乾燥は免れない．なお農道がよく発達しており大部分の果樹園が車付を可能としていて運搬その他には便利であるが，ただ宅地からの距離が1300～1400mと遠い団地もあり，さらに約5団地，14枚にわかれており，果樹園地の分散度が高いところに問題がある.

なお圃場別にみた畑地（特に果樹園）の利用変遷をみると，山林→普通畑→果樹園というコースと山林→果樹園の過程をとったものが多いようであり，また最近，苹果や柿，桃から，蜜柑，夏柑，枇杷などへ移行しつつあること，および1圃場に2種類の果樹が植えられ，或いは果樹の下作として蔬菜などの間作が一部に行われているなど，かなり複雑な土地利用となっている.

第2表 果樹作の状況

（昭和33年度始現在）

	種名＼区分	品種及系統	開設年度	樹令	仕立方	交配形式	栽植本数	作付面積	将来耐用年数	年度始現在価
成園	リンゴA	祝	昭和19年	22年	盃状自然形	自然交配	164本	2.3反	17年	135,978円
	〃 B	祝	大正14	33	〃	〃	48	0.8	3	8,362
	〃 C	祝	昭和20	13	〃	〃	75	1.1	27	104,645
	ミカンA	尾張系	〃 10	22	自然形	〃	25	0.5	33	85,450
	〃 B	早生温州	〃 2	32	〃	〃	115	1.8	23	240,798
	モモ	白桃	〃 16	22	盃状自然形	人工交配	103	1.5	1	6,918
	カキ	富有	〃 17	21	〃	自然交配	65	1.3	25	83,419
	ナツカン	?	〃 5	28	自然形	〃	97	1.3	20	117,190
	ビワ	田中	〃 24	17	〃	〃	60	1.1	27	79,002
未成園	ミカン	早生温州	〃 24	8	〃	〃	199	3.1	＼	401,898
計		＼	＼	＼	＼	＼	951	14.8	＼	1,263,660

⑵ 家畜の構成

次に33年度始の家畜は和牛（黒牛）5才1頭と鶏（白色レグホン）120羽である．このうち和牛は従来耕起及び運搬用として利用されていたのであるが（年間270～440時間）33年4月に自動三輪車が導入されてから肥育目的の飼養に移っている．後述するように年間の種畜費や養畜部門粗収益が大きいのは，年間4頭の肥育を，くり返し行った結果である．なお33年度には乳牛も導入して仔牛の育成を図ったが，34年4月に発育悪く死亡している．

⑶ 家族と農業労動力の構成

この農家の家族数は8人で農業従事者は男2人，女2人計4人，農業従業歩合加味農業従業者も 4.0人である．農業収益部門への家族労働投入量は昭和33年度10,606時間（＝1,140日）で1人当り 2,651時間 285日）と比較的多く，後にみるようにかなりの過重労働となっている．なお同年度の雇傭労働は300時間（＝32日）であった．

⑷ 建物及び農機具の構成

昭和33年度始めにおける建物及び農機具の構成は第3表の如くである．このうち注目されるのは，住宅が昭和27年に新築されていること，納屋，畜舎もかなり大きく，煙草乾燥室もみられること，（もっともこれは現在鶏舎に転用されている），31年度に開墾畑に農舎が新設されいること，および昭和25年度蜜柑園に30石入，同31年度苹果園に100石入，同32年度蜜柑園に 200石入，昭和33年度にも新開墾畑に 50石入と200石入の貯水槽が設置され，さらに昭和32年度に防除用パイプ施設が 150m 行われていることである．この貯水槽は薬剤撒布を容易にするばかりでなく，降水量が少なく旱害を受け易い本地区の傾斜地果樹園において，特に必要な灌水の為にも重要である．

第3表 建物および農機具の構成

（33年度年度始現在）

	区分 / 種別	構造	新築年度	棟数	延坪数	年度始現在価	農業使用割合	備考
建物	住家	瓦葺平屋	昭和27年	1	26.0坪	637,260円	0%	住家明治39年木造・瓦葺・平屋23坪を改築する
	炊事場	〃	明治39	1	3.0	16,356	0	
	納屋	〃	昭和 2	1	23.5	154,912	97	
	畜舎	〃	〃 2	1	12.5	53,397	100	
	鶏舎	〃	〃 2	1	9.0	29,609	100	
	タバコ乾燥場	〃	〃 21	1	4.0	22,720	100	
	農舎	木造・トタン葺・平屋	〃 31	1	3.0	37,830	100	新開墾畑にあり
	構築物 貯水槽	コンクリート	〃 25	1	30石入	15,263	100	ミカン園
	構築物 貯水槽	〃	〃 31	1	100石入	20,121	100	リンゴ園
	構築物 貯水槽	〃	〃 32	1	200石入	20,815	100	ミカン園
	構築物 防除用パイプ	ビニール3分	〃 32	150m		22,050	100	
	計				81	1,030,333		

	区分 / 種別	型式	購入年度	台数	年度始現在価	持分関係	農業用使用割合	備考
農機具	ガソリン発動機	2HP三菱メイキ号	昭和28年	1	21,500円	個人	100%	33年度内購入
	動力脱穀機		〃 30	1	8,625	〃	100	①肩掛式半自動噴霧機
	動力噴霧機	有光式	〃 28	1	24,000	〃	100	1台3,100円
	リヤカー		〃 28	1	2,200	〃	100	
	犁	単用	〃 23	1	357	〃	100	②自動三輪車
	代かき馬鍬		〃 23	1	186	〃	100	1台（中古品）
	砕土機		〃 24	1	400	〃	100	200,000円
	唐箕		〃 22	1	1,523	〃	85	
	藁切機		〃 32	1	1,840	〃	100	
	台秤		〃 21	1	1,756	〃	97	
	小農具			185	46,230	〃		
	計			195	108,617			

また農機具については，動力噴霧機が昭和28年より導入されていること，特にかわった農具はないが，総べて比較的新しく，また小農具類が案外に多いこと，および，33年度に肩掛式半自動の噴霧機（3,100円）と自動三輪車（中古品20万円）が購入されていることなどが注目される．このうち自動三輪車は，宅地より 1,800m の地点にある新開墾地の開園により果樹園規模が拡大した上に農道の拡張整備も進み，加えて近時の果樹作農家における自動三輪車導入熱とも関連して導入されたものであり，運搬や通作労働を減少させ経営上大きな効果をあげている．

(5) **農業粗収益の構成からみた農業の性格**

次に調査農家の農業粗収益および現金収入部門別構成をみておくと，第1図の如くでいづれにしても30%を越える部門が存在しないから，果樹作を中心とする複合商品生産農家であることは明かであろう．

第1図　農業粗収益の構成図
(昭和32・33年2ヶ年平均)

III　調査農家における労働力の利用構造

以上，昭和33年度始現在をもって調査農家の経営概況を述べ，その性格を明かにしたが次に複合果樹作経営において最も問題となる家族労働力の利用構造を中心として分析を試みる．なお前述した理由から，ここでも32年度と33年度の2ヶ年平均値をもって考察することとする．

なお両年度の農業従事者の構成と農家労働投下総量の概要を述べておくと，両年度とも主幹的従業者は4名経営主・長男・経営主妻・長男妻および補助的従業者2名（次女・四女）で変りがないが，ただ昭和32年度は家族労働投下総量11,934時間，このうち農業労働10,876時間（91.2%）農外労働816時間（6.8%）資産造成労働242時間（2.0%）に対し，33年度は，それぞれ10,852時間，10,297時間（94.9%）109時間（1.0%）446時間（4.1%）で昭和33年度は前年に比して総投下労働量が若干減少したほか，農外労働が相当減じ，資産造成労働が若干増加している．

(1) **経営部門別，家族人別労働投入割合と雇傭労働**

まづ主要経営部門別に人別労働投入量とその割合をみると第4表の如くであり，農業労働における部門別配分割合では苺作の17.1%が最大，ついで苹果作16.8%，その他作14.3%等々と続いているが，果樹作を合計すると51.5%となり，普通耕種部門42.4%，養畜2.4%，農雑3.7%となっている．なおこれを人別にみると，長男が3,105時間を働いて最大であるが，特に果樹作労働の中心的存在となっており剪定・整枝とか施肥などの技術的な仕事を担当している．これに対して経営主は水稲，養畜，農雑，資産造成などの仕事を担当することが多く，また女子の場合は果樹の袋掛けや採収労働とか，中耕，除草などの軽労働を多く要する部門への投入が多い．なお雇傭労働の投入は2ヶ年平均474時間であるが部門別にみて大きいのは苺作（26.5%）桃作（24.1%）及び蜜柑作（16.6%）で他は10%以下で小さい．もっともこの雇傭労働の中には共同作業と手伝受労働が含まれており，それが約82%をしめるから，実際の雇傭労働は著しく少ない．

(2) **主要作物の旬別労働配分**

次に調査農家が栽培する主要作物部門の旬別労働配分を昭和32，33年度2ヶ年平均旬別反当労働（但し参考として図示した煙草作は昭和28年度のみ）によって示すと第2図の如くである．なおここには直接労働のみを取扱い，間接労働の配賦は行っていない．

(イ)水稲作部門の旬別労働配分

この場合の水稲作は普通栽培であり，普通にみられるものと変りなく，6月下旬の田植が最大のピークをなし，また稲刈の始まる11月上旬に第2のピークがある．この農家は栽培面積が小さい為に殆んどすべてが家族労働によっている．

(ロ)麦作部門の旬別労働配分

第4表　家族人別，雇傭労働別，部門別労働配分の状況
(昭和32・33年度の2ヶ年平均)

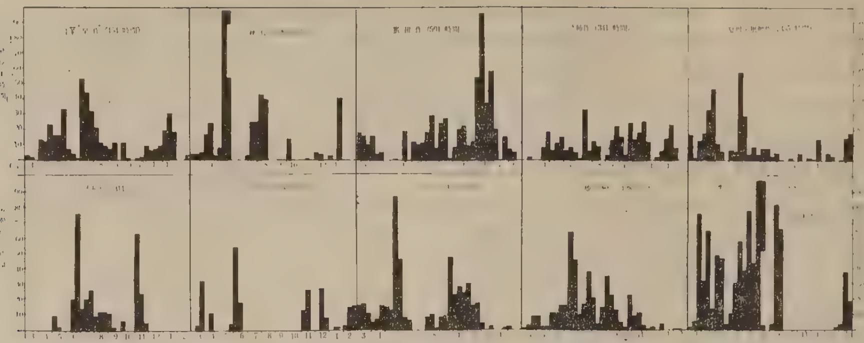
		家族労働						雇傭労働	計
		経営主	長男	経営主妻	長男妻	娘	小計		
実数(時間)	水稲作	145	83	78	76	19	401	7	408
	麦作	188	139	201	204	34	766	15	781
	苺作	395	458	459	454	45	1,811	122	1,933
	その他作	313	380	380	401	36	1,510	33	1,543
	リンゴ作	470	558	317	463	23	1,781	44	1,825
	モモ作	123	153	119	136	6	537	111	648
	ミカン作	281	380	275	317	31	1,284	77	1,361
	カキ作	97	126	101	112	7	443	2	445
	他果作	186	210	186	224	22	828	26	854
	未成園ミカン作	136	198	111	144	8	597	23	620
	養畜	211	28	9	11	—	259	3	262
	農雑	159	138	46	38	8	389	—	389
	小計	2,654	2,851	2,282	2,580	239	10,606	463	11,069
	農外	151	153	44	110	6	464	—	464
	資産造成	121	101	55	65	3	345	11	356
	合計	2,926	3,105	2,381	2,755	248	11,415	474	11,889
比率(%)	水稲作	5.5	2.9	3.4	3.0	7.8	3.8	1.4	3.7
	麦作	7.1	4.9	8.8	7.9	14.2	7.2	3.3	7.0
	苺作	14.9	16.1	20.1	17.6	18.8	17.1	26.5	17.5
	その他作	11.8	13.3	16.7	15.6	15.2	14.3	7.1	14.0
	リンゴ作	15.8	19.6	13.9	18.0	9.8	16.8	9.6	16.5
	モモ作	4.6	5.4	5.2	5.1	2.5	5.0	24.1	5.8
	ミカン作	10.6	13.3	12.1	12.3	13.1	12.1	16.6	12.3
	カキ作	3.7	4.4	4.4	4.3	2.7	4.2	0.4	4.0
	他果作	7.0	7.4	8.1	8.7	9.3	7.8	5.5	7.7
	未成園ミカン作	5.1	6.9	4.9	5.6	3.2	5.6	4.9	5.6
	養畜	7.9	1.0	0.4	0.4	—	2.4	0.6	2.4
	農雑	6.0	4.8	2.0	1.5	3.4	3.7	—	3.5
	小計	100(90.7)	100(91.8)	100(95.9)	100(93.6)	100(96.5)	100(92.9)	100(97.7)	100(93.1)
	農外	(5.2)	(4.9)	(1.8)	(4.0)	(2.5)	(4.1)	(—)	(3.9)
	資産造成	(4.1)	(3.3)	(2.3)	(2.4)	(1.0)	(3.0)	(2.3)	(3.0)
	合計	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

この場合も普通栽培であり6月上旬と11月中旬に労働のピークがあることを指摘するにとどめる．

(ハ)苺作部門の旬別労働配分

苺作労働はその栽培法や栽培圃場の条件などによって著しく異るが，ここでは反当477時間となっている．そして旬別労働では9月上旬頃からの作付圃場の整地から始まり，子株（ランナー）の本圃定植管理があり，一つのピークとなっている．その後，12月，1月，2月は殆んど作業が行われず，3月上旬から中耕，除草，施肥，敷藁などの作業がつづき，5月上旬から6月上旬の収穫において最大のピークを示す．このうち秋の定植管理労働は時期的には他の殆んどの部門と競合するようであるが，実際は降雨などの折に順次行うことができるので問題は少ないようであるが，収穫期の労働は適熟の1日をあらそい，また麦作の刈取，脱穀，苹果の摘果，薬剤撒布，夏柑の収穫，春蒔甘藷の定植などと激しく競合して著しい労働強化を必要とさせる点に問題がある．

(ニ)その他作物作部門の旬別労働配分



第2図　主要作物部門の反当旬別労働配分図（昭和32・33年度2ヶ年平均）

その他作物部門は独立した収益計算部門として設定をみない一切の小規模の作物部門を総合したものであるが，そのうちでも甘藷（33年度作付面積1.1反），春蒔甘藍（同2.0反）豌豆（0.3反）が主なものであり，概して5月の豌豆の収穫労働から甘藷が収穫される11月までの夏・秋期の繁期に労働が集中している．

(ホ)苹果作部門の旬別労働配分

苹果作部門の旬別労働配分では，およそ3つの時期，即ち11月中旬から1月下旬にかけての冬期管理労働の時期，4月上旬から5月下旬にかけての春季の除草，施肥，薬剤撒布，摘果などの管理作業の時期，および7月上旬から9月下旬に至る収穫労働を中心とする夏季作業時期に労働のピークがみられるが，特に夏季におけるそれは最も大きいばかりでなく蜜柑，桃，柿，水稲，甘藍などと強い競合関係を示すものである．

(ヘ)桃作労働の旬別配分

桃作の労働配分は前節で考察せるものと大差なく，5月中下旬の摘果・袋掛けの時期および7月下旬の大久保の収穫（但しこれは一般よりややおそい）から白桃の収穫が続く8月中旬までの収穫期に大きい労働のピークがある．特に，摘果，袋掛けにおける労働の必要は極めて短期間に集中しているため，1.3反歩を栽培する本農家においても袋掛けに82時間（33年度）乃至125時間（32年度）と家族労働の約半分の雇傭労働の導入が行われている状態である．その上，桃作は苹果作，煙草作，苺作，米麦作などの部門との競合が，特に摘果，袋掛けおよび収穫期においてみられ，この面からも栽培面積および品種の撰択などが問題となるわけである．

(ト)温州蜜柑作部門の旬別労働配分

蜜柑作の旬別労働配分についてみると，10月から12月にかけての早生温州および晩生温州の収穫期を最大のピークとして年間を通じて労働雇傭があるのを特徴としているが，しかしこの農家では，成園面積が少ない上に競合部門が多いために，冬期や4月～6月の春期および9月～10月上旬の初秋期の労働投入が蜜柑専業的経営に比して幾分少ないようにみられる．

(チ)柿作部門の旬別労働配分

柿作労働は最も反当所要労働が少ないばかりでなく，年間を通して平均的な配分を示しており，特に大きなピークをもたないことが特徴的である．従って小面積ならば片手間的労働をもって栽培することが出来るから，多くの経営に導入され易いが，大面積になると逆に多くの部門と競合関係を生ずるわけである．

(リ)夏柑，枇杷作部門の旬別労働配分

この図では夏柑と枇杷作が合わされているが，4月を中心とした時期と6月下旬から7月上旬を中心とした時期に労働の二大ピークがある．前のピークは枇杷の摘果・袋掛け労働が主体であり，後のものは夏柑（6月上旬）と枇杷（6月中・下旬および7月上旬）の収穫労働が主たるものであり，他の作業に対する労働の投入は概して少ない．

(ヌ)煙草作部門の旬別労働配分

なお調査年度においては，既に作付が廃止されているが，香川県における重要な作物でありこの農家でも昭和30年度まで栽培が行われてきた煙草作の労働配分をも参考までに図示しておいたが，これをみても，2月中・下旬の苗床準備労働から始まり7月中・下旬から8月上旬にわたる収穫，乾燥まで作業労働の投入がほぼ連続しており，

反当投入量が多いばかりでなく，6～7月にわたるピークは極めて大きく米麦作は勿論，苺作や苹果作，桃作など殆んどすべての作物と激しい競合関係にあることが知られるであろう．従って家族労働が豊富な場合には9月中・下旬の謂わば閑期の家族労働を調理労働に利用しうることや，比較的安定した現金収入の魅力によってかなり無理な形でも栽培されることが多いが，果樹作を中心としてその規模が拡大されるにつれて放棄されざるを得なくなる性格の作物であると云えるのである．

(ル)主要経営部門の旬別労働配分の総括

以上主要経営部門の旬別労働配分について個別的に分析を加えたが，各部門とも全く補合的関係を示さないというわけではないが，大部分のものは5月から8月の間に作業労働が競合するものが多い．従って家族労働の利用を中心とし，その枠によって大きく制約されている経営においては，時期的に異常なまでも家族労働の強化が行われる一方，当然各経営部門の規模が制約され，他の要因とも関連して複合果樹作経営の姿を呈さざるを得なくすると同時に，家族労働構成が変化し，或いは価格その他の事情から相対的に有利な経営部門が明確となり，その規模を拡大するなどの事情が生ずると他の経営部門の整理乃至縮小を余儀なくされるのである．この農家が昭和29年以降，家族労働の減少と柑橘中心経営への移行と規模拡大に対応して煙草作を経営から完全に廃除し，また収益性の低くなっている桃，柿，苹果を漸次整理しつつ，苺作や夏柑、枇杷作を，温州蜜柑作と共に強化している一つの理由は労働配分上の要請とも云えよう．なおかかる経営構造の転換に関連して旬別労働配分図をみると，蜜柑作と夏柑・枇杷作の労働配分は，かなり補合的関係を有することが知られるのであり，柑橘専業経営において，温州蜜柑の系統的組み合せと共に，夏柑や枇杷作の重視乃至新たな導入の傾向がみられることと関連して注目されるところである．

(3) 調査農家の旬別労働配分

次に上述した主要作物を組み合せたところの調査農家の部門別・旬別労働配分を昭和32年度および33年度の2ヶ年についてみると第3, 4図の如くであって，両年度とも苺の収穫から始まり夏蔬菜・雑穀・甘藷の植付・麦の収穫、稲の挿秧・水田管理・苹果の収穫・桃の収穫など一連の作業が集中する5月から7月にわたる時期，および苺の植付、甘藷・雑穀の収穫，稲の刈取・脱穀，麦の播種，柿、早生温州の収穫が行われる10月から12月へかけての時期に労働のピークがあり，その間に比較的閑期があるという同じ傾向がみられる．しかし次のような相異点も指摘しうるであろう．

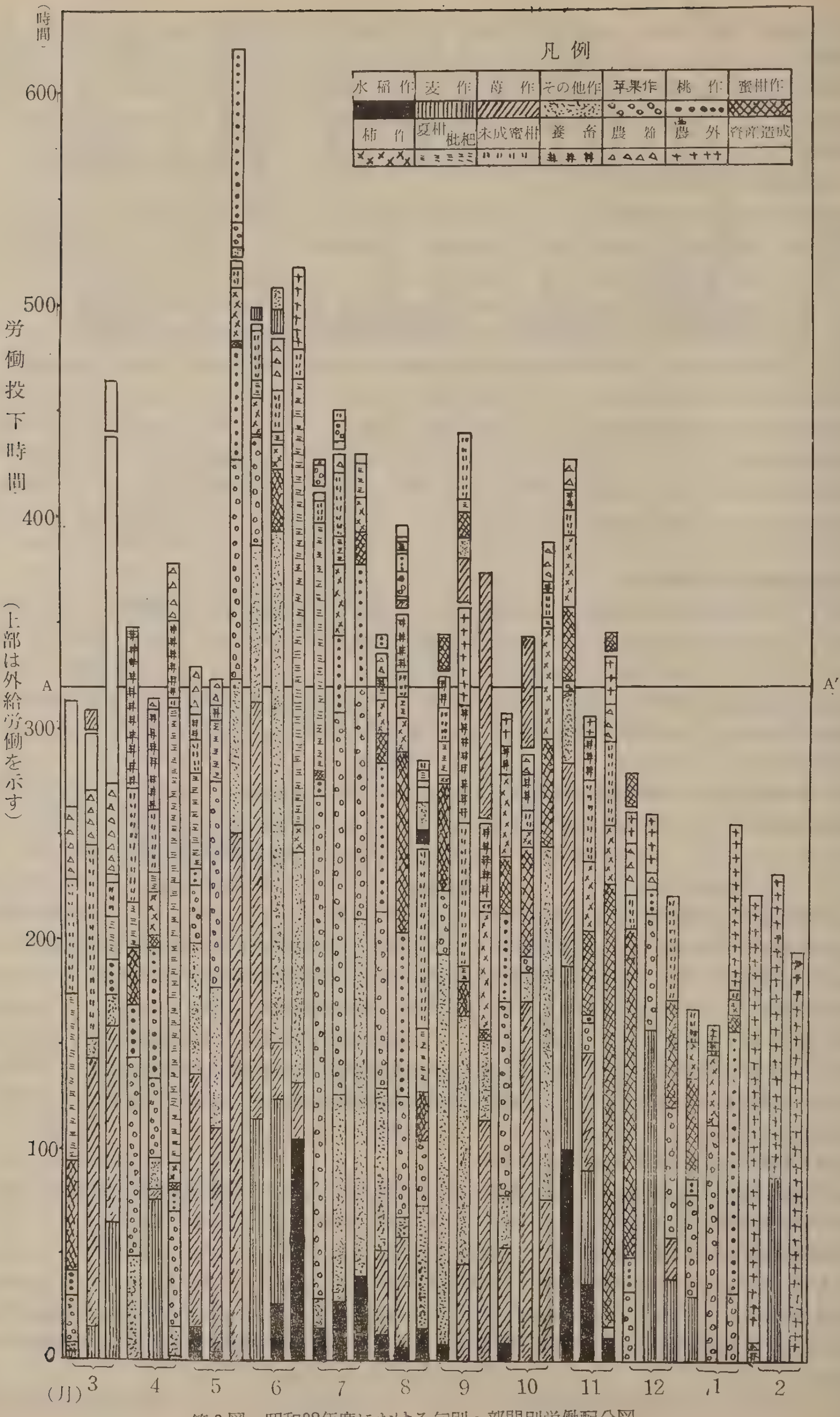
即ち，33年度は前年度の12,505時間に対して11,224時間と労働投入総量において減少しているばかりでなく春季農繁期が1旬だけくりあがり，逆に前年度の10月下旬から11月上旬の秋季農繁期が11月中旬から12月下旬にくりさがっていることである．これは32年度には5月下旬に実施された桃の袋掛けが33年度には5月中旬と平年並に実施されたことおよび蜜柑の位置が高くなり，その収穫労働等への投入が12月上旬を中心に高まってきたことを反映しているのである．なお蜜柑部門への労働投入が前年度よりも一層高まってきていることは7月～8月の労働配分についてもみられるところであって，桃作を始め，柿作，苹果作，或いはその他作物作に影響することが多いと考えられる．また33年度においては前年度に比して5月下旬から6月上旬の労働投入がより一層増大し，1旬当り家族労働供給可能線の320時間を著しく突出し，2倍以上となり，極端な労働強化が認められるが，その主な原因は苺作の作付面積が前年度の3.0反から5.1反に拡張され，苺の収穫労働及び荷造出荷労働が著しく増大したことによるものである．かかる苺作の拡大は苺価格の高いことと新しく開園された蜜柑園の下作利用面積の拡大によるものではあるが，家族労働の強化は異常であり，労働配分調整上大きな問題であると云えよう．従ってさらに日別，部門別の労働配分の実態について検討しよう．

(4) 夏季農繁期における日別・部門別労働配分

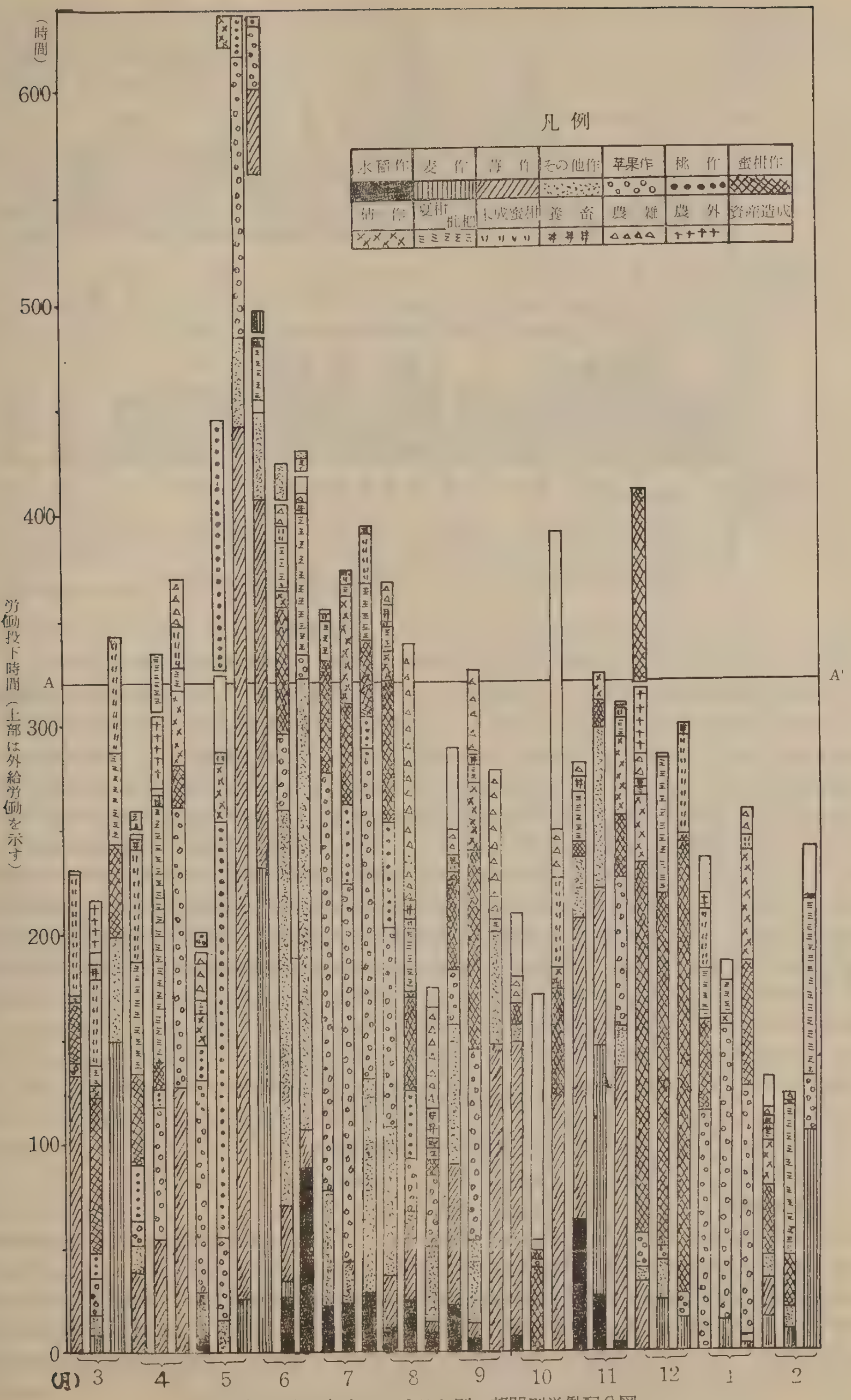
そこで，調査農家における夏季農繁期の労働配分を，日別・部門別に分析すると第5図に示す如くであり，この図から次のことが指摘されるのであろう．

(イ) 昭和33年度における夏季農繁期は厳密に云うと5月12日に始まり8月11日に終る92日間であり，この間においてAA′線（この場合は1人1日8時間労働として家族労働力4人分，従って合計32時間の線）以下の労働投下日数は14日間（約15%）だけであり，その他は総べてAA′線をはるかに突出している．そして特にその著しいのは5月中・下旬から6月上旬にかけての桃の摘果・袋掛け，およびそれに続く苺の収穫に当る時期で，AA′線の2倍に達する日が少なくない．

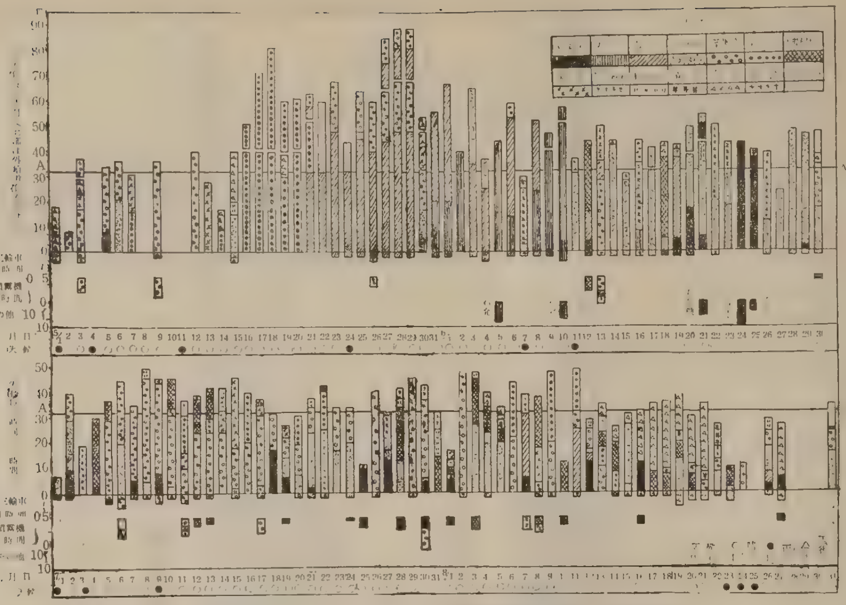
(ロ) この間の雇傭又は手伝受労働は桃の袋掛け，苹果の摘果、苺の収穫、麦の脱穀・調製および甘藷，甘藍畑の



第3図　昭和32年度における旬別・部門別労働配分図



第4図 昭和33年度における旬別・部門別労働配分図



第5図　夏季農繁期における日別・部門別労働配分図（昭和33年）

整地にみられるが、桃の袋掛け以外は僅少である．もっともこの農繁期には補助的従業者（次女：農協常勤，四女：高校3年，五女：中学3年）の労働に負うところが少なくないが，家族労働の強化は極めて大きい．

(ハ) 日別・部門別配分では1日に3～4つの部門にわたっている場合も若干みられるが、殆んどの場合は1～2部門に集中的に労働配分がなされていることが多い．しかも各部門相互の関係をみると，各部門の作業処理の仕方は必要性の順位に従い2～3日から1週間内外の間に集中的に行われていることが窺われる．従ってある一つの部門の作業が何等かの理由でおくれたり、或いは予想外に多くの労働を要することになると、部門相互間における労働競合が強いだけに次に続く作業なり経営部門に及ぼす影響が大きいことを意味するわけである．

(ニ) なおこの農繁期における動力機械の利用状況をみると，動力噴霧機では5月および6月の使用は4回で少ないが、7月から8月上旬にかけては40日間に15回（全体の38％）の使用がある．そのうち8回は1日5時間以上の使用となっており、苹果，蜜柑，柿，夏柑，桃の薬剤撒布に使われるほか，甘藷等の灌水や甘藍・稲の病虫害防除にも使われている．その他の機械では麦の脱穀に石油発動機が2日間と麦跡の水田耕起に動力耕転機賃耕受がある程度であるが、運搬具としてのオート三輪の使用日数が極めて多く，苺の収穫から始まり、殆んど毎日利用されている．1日当り正味運転時間は2時間程度が多いが，4～6時間使用する場合もみられる．この為，畜力（役牛）の使役は6月24，25日の水田の代掻きだけにすぎない．

(ホ) 最後に天候と作業実施状況との関連では農繁期前後の閑期に当る雨天の日、例えば5月1日、4日、11日や8月23日，24日，25日には殆んど仕事をせず休むか屋内作業の可能な雑労働が行われている程度であるが，農繁期に当る5月24日，6月3日，7日，11日，7月9日などには，収穫の適期を逸しないように降雨をついて作業が行われ，また甘藍の定植とか甘藷の蔓挿しなどは降雨をみて実施されている．

なお夏季の乾燥期において夏柑，蜜柑園などに動噴により灌水が行われているのが注目される．

(5) 夏季農繁期における人別・日別・時刻別・部門別労働配分

次に上にみた夏季農繁期における日別・部門別労働配分を、さらに主幹的農業従業者の人別・時刻別に分析した結果から興味ある点のみをあげておくと次の如くである．

(イ) 前述した日別労働配分図においてAA′線を越えた日の1日の労働投下時間は各人とも長く，人別に殆んど相異がない．即ち夏季農繁期92日間の平均1日当り労働時間は10.2時間であり，5月下旬では平均14.8時間、最高17時間，また6月下旬では平均11.8時間、最高16時間にも達しており、最も忙しい苺の収穫期や田植期或いは苹果や桃の収穫期には早朝4時又は5時から午後9時～11時頃までにおよびその間食事時間を除いては4～5時間毎に2

～3回5分間位の短い休憩をとるにすぎず家族労働は極度に強化されている．ただ7月中旬から8月末にかけては早朝から12時頃まで作業を実施し，炎天下の12時より午后3時頃まで休息し，夕刻より7～8時頃まで作業が行われている．そしてこの頃になると経営主妻および長男妻の女子労働時間が男子に比して減少している．

(ロ) 1日における時間別作業配分については，仲々複雑であるが5月下旬の苺の収穫と苹果の摘果および薬剤撒布が競合する時期には苺の収穫を早朝もしくは午后に行い，夕食後選果・箱詰・荷造りを行い，午前中や日中は，主として苹果の作業が行われている如く，うまく時刻別配分が行われている場合もみられる．もっとも苹果の摘果は本来適期に短期間行われる必要があるのに1週間以上にわたっていることは，苺の収穫労働に影響されている結果といえよう．

(ハ) 主要作業の人別配分をみると，多くの作業は一諸に行われることが多いが，特に果樹園の薬剤撒布は主幹的従業者4人の協業によることが多く，長男が薬液の調整に当ると共に動噴を定置し始動を行い，経営主，長男，長男妻が噴口をそれぞれ握り撒布し，経営主妻が薬液の攪拌とホースの配置に当っている．なお長男夫妻は果樹作に，経営主夫妻は養畜や水田の管理などに当ることが多い．

(6) 動力・畜力の経営部門別利用状況

なお昭和33年度における動力および畜力の部門別利用状況は既に触れたので第5表を掲げるにとどめるが，自動三輪車および動力噴霧機の利用が各部門においてよく行われていることなど，本地区の農道の整備と関連するものである．

第5表 昭和33年度における動力・畜力の利用状況

種目 部門	動力使用時間 自動三輪車	動力使用時間 動力噴霧機	牛 使役時間
総額	245	208	57
水稲作	5	23	14
麦作	8	15	—
苺作	48	15	4
他作	53	13	1
苹果作	37	60	4
桃作	4	5	1
蜜柑作	50	59	30
柿作	7	7	—
他果作	16	11	3
農雑	17	—	—

Ⅳ 生産物利用共同関係からみた複合果樹作経営の構造

生産物利用共同の観点から各経営部門における生産物の商品化率をみると水稲，裸麦，小麦は販売するものがなく，また甘藷は32%と低いが果樹作はいずれも92～99%の高率を示しており，自家消費するものは生産量の1% (苹果)～8% (柿) にすぎない．また自給材料の部門別消費数量をみると第6表の如くであり，米麦作部門やその他作物部門と畜産部門との補完関係が認められるものの，果樹作は鶏糞及び堆肥の利用部門として他の作物部門と競合関係にあることが知られる．而して部門別反当肥料施用量を三要素量によって示し，且つその自給率を表示すると第7表の如くであって，平均施用量を越える部門は蜜柑作，苹果作，柿作であり，そのうちでも蜜柑作の反当施肥料は極めて大きく，肥料集約的作物であることが知られる．また平均自給率は窒素35%，燐酸36%，加里25%で比較的高いが，これは和牛および養鶏部門からの厩肥，牛尿，鶏糞および堆肥の量が多いからであろう．ただ肥料の自給率は自給生産的な米麦作に高く，施肥量の多い蜜柑作では著しく低いのであり，また桃作は，今年度末伐採された関係もあって，極端に施肥量が少なく，総べてが金肥によっているのが注目されるのである．

Ⅴ 農業経営成果の部門別分析

次に調査農家における農業経営成果の部門分析を昭和32年度と同33年度の2ヶ年平均数値によって行うこととする．

(イ) 経営部門構成とその規模

まず調査農家の主要な経営収益部門の構成をみると，耕種部門では水稲，麦作，苺作，その他作物作，苹果作，桃作，蜜柑作，柿作，その他果樹作の9部門を数え，養畜部門も亦，養鶏及び肥育牛の2部門からなっている．しかも麦作は小麦作と裸麦作を，その他樹果作も夏柑作と枇杷作を含んでおり，さらに補助部門や農外部門を加えずに，主要経営部門をあげただけでも極めて多角化された複合経営であることが知られる．それだけに一経営部門の規模が作付面積3反歩を越える作付部門は苹果作，苺作，麦作だけであり，その他はいずれも2反歩内外で小さい．

(ロ) 農業資本投下額

第6表 自給材料部門別費消数量（33年度） （単位：kg）

生産部門	生産物名＼仕向部門	水稲作	裸麦作	小麦作	苺作	他作	りんご作	桃作	蜜柑作	柿作	夏柑および枇杷	鶏	肥育牛	仮勘定 裸麦	仮勘定 小麦	仮勘定 蜜柑	補助部門 堆肥	総計
水稲作	稲藁												600					600
	籾種	5																5
裸麦作	裸玄麦												120	7				127
	裸屑麦											11						11
	裸麦稈											150	413					563
小麦作	小麦玄麦														6			6
	小麦屑麦											11						11
	小麦稈				413													413
他作	生甘藷											405	833					1,238
	屑野菜											244	188					432
	甘藷つる（乾）												750					750
鶏	鶏糞（生）					563			263									826
	〃（乾）					563	750				188							1,501
	鶏舎敷草																300	300
肥育牛	厩肥	375				375											10,313	11,063
	牛尿					188												188
堆肥	堆肥	1,125			3,000	375	2,250	—	1,688	1,500	375			656	656	938		12,563
家計	草木灰								263							112		375
	人糞尿		368	263	263	735	1,313											2,942
	米糠												60					60
	麦糠												37					37
下刈草													2,250				8,625	10,875

第7表 肥料の三要素別施用量とその自給率(33年度)

部門＼肥料の三要素＼施用量	反当施用量（kg） N	P	K	自給率（%） N	P	K
農業総額	28	22	31	35	36	25
水稲作	15	16	23	74	43	37
裸麦作	20	8	22	69	60	57
小麦作	13	6	14	81	60	70
いちご作	17	15	23	38	27	23
その他作	23	22	22	48	52	30
りんご作	31	24	30	38	44	25
桃作	2	1	17	、	、	、
蜜柑作	77	52	69	14	21	19
柿作	31	14	32	40	24	31
他果樹作	17	19	25	22	20	8
仮勘定 裸麦作	13	7	11	47	63	46
仮勘定 小麦作	6	7	5	100	63	100
仮勘定 蜜柑作	37	26	37	9	11	12

主要経営部門別に反当農業資本投下額を比較してみると，蜜柑作の220,789円が第1位，次いで夏柑，枇杷作を含む「その他果樹作」柿作，苹果作，桃作等果樹作部門の資本投下額が大きい．もっともこの場合の投下資本額の大きさは果樹そのものの樹令や，果樹作の経営集約度，即ち建物構造物，農機具などの資本投下とか，物財や労働資本の投下事情によっても左右されるものである．これに対して果樹以外の作物部門では水稲作が40,308円で桃作より大きな資本を示すほかは，大体反当2～3万円内外で，果樹作に比較すると著しく小さく小資本で部門経営を維持することができるのが知られる．

さらに投下資本の構成比についてみると（第8表）果樹作部門では植物資本が桃の22%を除くと65.6～78.3%を占め最大の資本構成費目をなしているほか，固定資本割合59.0～89.5%を示し著しく固定性が強いのに対し，普通作物では建物，農機具，動物資本など

第8表 部門別の投下資本の構成比(昭和32・33年の2ヶ年平均)

(単位:%)

部門 ＼ 種別・細目	固定資本					流動資本			計
	建物	農機具	植物	動物	小計	物財資本	労賃資本	小計	
農業総額	17.5	7.9	47.6	0.9	73.9	14.3	11.8	26.1	100
水稲作	33.1	36.3	—	3.7	73.1	9.7	17.2	26.9	100
麦作	32.8	23.6	—	1.6	58.0	11.2	30.8	42.0	100
いちご作	26.4	16.2	—	1.5	44.1	13.3	42.6	55.9	100
その他作物作	23.2	22.3	—	2.8	48.3	14.5	37.2	51.7	100
りんご作	6.7	8.2	67.5	0.7	83.1	6.9	10.0	16.9	100
もも作	21.8	14.1	22.0	1.1	59.0	12.2	28.8	41.0	100
みかん作	17.6	4.4	65.6	0.7	88.3	6.3	5.4	11.7	100
かき作	11.0	6.3	68.1	1.3	86.7	5.5	7.8	13.3	100
枇杷・夏柑作	6.0	3.4	79.3	0.8	89.5	3.8	6.7	10.5	100
鶏	35.8	1.0	—	0.2	37.0	53.0	10.0	63.0	100
肥育牛	33.6	2.2	—	—	35.8	61.2	3.0	64.2	100

の割合こそ果樹作に比して高いが，流動性の大きな物財資本や労働資本の割合が著しく高く、反当投下資本額が小さくて足りる上に，短期的，且つ流動性の大きな投資であるのが注目されるのである．

(ハ) 農業経営費の構成比較

次に農業経営費の構成を部門別に比較してみると第9表に示す如くであり，次のような点が注意されるであろう．

(i) **労働費** 農業経営費中に占める労働費の割合は畜産部門を除くいずれの部門でも最大の費目となっているが，中でも普通耕種部門では52～70%で、果樹作部門の38～56%よりも大きく、特に、煙草作，苺作，麦作の労働割合は60%台で高い．なお労働費の大部分は家族労働費で占められており，雇傭労働費の占める割合がやや高いのは桃作，苺作でそれも7.8%～4.1%にすぎない．

(ii) **固定財費** 普通耕種部門では経営費中に占める固定財費の割合が10%以下であるのに対して果樹作部門では10～16%を占め大きな費目となっているが，その固定財費中でも植物資本の減価償却費（成園費）の割合が大き

第9表 部門別農業経営費の構成(昭和32・33年の2ヶ年平均)

(単位:%)

種別 ＼ 部門		農業総額	水稲作	麦作	いちご作	その他作物作	りんご作	桃作	蜜柑作	柿作	枇杷・夏柑作	鶏	肥育牛
労働費	家族労働費	38.4	51.4	64.0	66.2	64.7	46.6	48.3	36.0	45.6	50.0	15.8	4.7
	雇傭労働費	1.4	0.7	1.1	4.1	1.2	1.0	7.8	1.6	0.2	1.3	—	—
固定財費	減価償却費	5.6	5.5	4.7	0.6	1.0	10.0	15.4	11.1	9.5	14.3	0.8	0.9
	修繕・補充費	0.7	5.6	3.5	0.3	0.7	0.3	0.5	0.3	0.6	1.4	0.1	0.2
材料費	種苗及種畜	15.2	0.7	1.9	—	3.6	—	—	—	—	—	17.8	80.3
	肥料	9.7	6.1	5.4	13.4	13.2	13.1	3.4	25.5	13.1	15.6	—	—
	飼料及桑葉	13.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.8	13.9
	その他農業資材	6.9	7.8	0.1	4.5	2.4	15.7	16.9	14.4	14.6	8.4	0.2	—
補助材料費	動力費	4.9	8.5	2.6	7.5	9.6	8.5	3.9	7.6	6.2	5.6	—	—
	畜力費	1.4	5.8	5.2	1.0	1.7	1.2	0.8	2.3	2.7	2.2	0.1	—
	その他補助材料費	2.1	5.5	11.5	2.3	0.6	3.6	3.0	1.2	7.0	1.2		
	参考 補助部門に含む労働費 家族	(1.4)	(4.1)	(5.7)	(1.7)	(0.8)	(2.1)	(1.5)	(1.2)	(4.4)	(1.2)	(—)	—
	参考 補助部門に含む労働費 雇傭												
	賃料及経費	0.3	2.4	—	0.1	1.3	—	—	—	0.5	—	0.3	—
計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

いことが注目されるのである．従って土地条件の整備や高度の栽培技術の導入によって，経済樹令（供用期）の延長をはかり減価償却費負担を軽減し，或いは計画的密植栽培などにより，資本回収の早期化をはかることなどが生産費低減上重要な課題となる．

（iii）**材料費**　材料費の経営費用中に占める割合は普通作部門の７～18％に対し果樹作部門では20～40％を占めて労働費に次いで大きな費目となっているが，これは蜜柑作を筆頭に苹果作，柿作，その他果樹作では肥料費の割合が高いばかりでなく，防除費や荷造資材費などを含む「その他資材費」も比較的高いからである．なお果樹の中でも桃作は，水稲作，麦作，その他作物作と共に肥料費率が10％以下でり，特に伐採寸前にある為著しく少ない．また養鶏部門では飼料費64.8％，種畜費18％，肥育牛部門では，飼料費13.9％，種畜費80.3％で，経営費中極めて大きな割合を占めている．

（iv）**補助材料費**　畜力費，その他補助材料費の占める割合は，果樹部門では７～16％であるのに対して，水稲作（20％），麦作（19％）その他作物（14％）など耕種部門ではかなり高いことが知られる．しかもこの補助材料費中の大部分が労働費となっているので，米麦作を始め普通作物では一層労働費的な部分が大きく，資本部分が小さいことが知られるのであり，果樹作部門の資本集約的，且つ固定的性格は愈々明瞭となるであろう．

㈡　農業経営成果の比較（第10表参照）

前述した部門別粗収益から部門別経営費（但しこの場合は家族労働見積額を含む）を差し引いた部門別反当農業純収益は，蜜柑作 32,948円，その他果樹作 13,377円，稲作 1,816円が黒字を示すのみで，他の普通作，果樹作部門では，いずれも赤字を示しており，予想外に赤字部門が多いのが知られる．もっとも経営全体を総合した農業総額では 3,826円と僅か乍らも黒字を示しているのであり，また家族労働費部分をも収益に加えた反当農業所得額では，最高 55,806円（蜜柑作）から最低 4,925円（桃作）まで，いずれも黒字になっており，家族経営の立場からすると一概に判断することはできない．しかし，水稲作の 15,506円を果樹作で越えるものは，蜜柑とその他果樹作（27,134円）のみであって，その他の果樹作では，苺の 13,880円にも達していない．また農業労働の生産性を示す農業労働１日当り農業労働報酬および家族労働報酬をみても蜜柑作（それぞれ 571円，587円）その他果樹作（482円，466円）は水稲作（342円，352円）やその他作物作（389円，386円）よりも高いが，苹果作，桃作，柿作では100円程度又はそれを著しく割り，麦作や苺作にも遙かに及ばない．特に柿作や桃作の一日当り家族労働報酬はそれぞれ19円，41円という低さであって，桃，柿，苹果が整理縮少され，蜜柑作やその他果樹作に含まれる枇杷作と夏柑作に転換されつつある経済的根拠が，ここに見出されるのである．なお肥育牛部門の１日当り農業労働報酬が2,298円と異常に高くなっているが，これはこの部門の労働日記帳の記入が十分に行われていない為に，年間労働時間が過少となっていることによるものであるが，それにしても，非常に高く，純益率の高いこと（23.3％）や部門別粗収益額において，蜜柑作（217,241円）につぎ，200,962円を示し，第３位の養鶏部門（176,438円）と共に，収益構成の主柱となっていることが注目されるのである．

なおまたここで注意されるのは，農業労働１日当り農業労働報酬額と同じく家族労働報酬額との比較において，桃作（103円対41円）柿作（36円対19円）などのように１日当り家族報酬額が全体としての農業労働に対する１日当り報酬額よりも少なくなっているものと，蜜柑作（571円対587円）稲作（342円対352円）のように逆に大きくなっているものとがあることであつて，雇傭労働が部門によって異なれる役割を演じていることが知られる．

Ⅵ　むすび――複合果樹作経営の生産性と問題点

ところで，次に調査農家の主要部門の生産性および収益性を，それぞれの作物を主体として栽培する農家について調査した結果と考えられる，農林省生産費調査の昭和32年度および33年度の２ヶ年平均数値と比較してみると第11表に示す如くである．

これによると，土地生産性を示す反当収量では米・麦および蜜柑がほぼ生産費調査と等しいが，苹果，柿の反収は著しく低くなっており，また，労働生産性を示す労働１時間当り生産量では，いずれも極めて低いのであって，調査農家における各経営部門の生産性の相対的な低さが知られるのである．

次にこれを単位当り，価格と生産費および生産利潤についてみると、単位当り生産費は、生産費調査農家におけるそれに比して，麦を除くといずれも高く，特に苹果は約３倍，柿は約２倍にも達している．従って米・麦ではやや低くなっているものの，生産物単価が，同水準乃至やや高くなっている（特に苹果は約５割高）にも拘わらず，生産利潤は蜜柑を除いては全くなく，しかも著しい開きを生じ相対的に不利な生産を行っていることが知られる．

第10表 農業経営成果の部門別比較表（昭和32・33年度の2ヶ年平均）

項目		種別	農業総額	水稲作	麦作（小麦・裸麦）	苺作	その他作	りんご作	桃作	蜜柑作	柿作	その他果樹作（夏柑・枇杷）	鶏	（肉畜）育成肥育牛
		経営面積又は作付面積（反）	21.95	1.3	3.35	4.05	3.6	4.2	1.5	2.3	1.3	2.4	70羽	1頭以上
実数	経営耕地又は作付一反当	農業資本額（円）	84,772	40,308	16,490	22,611	22,713	66,600	31,523	220,789	96,182	105,464		
		農業労働時間（時）	499	334	254	485	421	448	461	599	372	358		
		農業粗収益（円）	52,449	2,4694	12,213	22,447	27,777	31,010	20,804	94,453	24,738	40,313		
		農業経営費総額（円）	48,623	24,678	14,348	26,732	25,325	36,489	31,561	61,505	29,851	26,936		
		内訳 労働費（円）	20,028	13,881	10,156	19,256	16,887	18,149	18,147	23,903	15,006	14,145		
		内訳 肥料費（円）	4.740	1,505	771	3,595	3,339	5,735	1,083	15,670	3,922	4,195		
		農業純収益（円）	3,826	1,816	△2,135	△4,285	△2,452	△5,479	△10,757	32,948	△5,113	13,377		
		農業生産費用（円）	57.028	28.656	16,500	29,043	27,722	45,102	34,688	82,720	38,926	37,032		
		農企業利潤（円）	△4,559	△2,162	△4,287	△6,596	55	△14,092	△13,884	11,733	△14,188	3,281		
		農業所得（円）	23,159	15,506	7,859	13,880	19,033	12,505	4,925	55,806	9,813	27,134		
		農業労働報酬（円）	16,363	12,352	6,332	13,538	17,713	4,885	5,091	36,727	1,503	18,072		
	農業労働一日当	農業純収益（円）	71	50	△78	△82	54	△114	△218	512	△123	359	△151	2,602
		農業労働報酬（円）	305	342	231	260	389	102	103	571	36	482	52	2,298
		家族農業労働報酬（円）	304	352	232	248	386	102	41	587	19	466	(54)	(2,743)
水稲部門を一〇〇とした場合の指数	経営耕地又は作付一反当	農業資本額	210	100	41	56	56	165	78	548	239	262		
		農業労働時間	149	100	76	145	126	134	138	179	111	107		
		農業粗収益	198	100	46	85	105	117	79	357	93	154		
		農業経営費総額	197	100	58	108	103	148	128	249	121	109		
		内訳 労働費	144	100	73	139	122	131	131	172	108	120		
		内訳 肥料費	315	100	51	239	222	381	72	1,041	261	279		
		農業純収益	211	100	△118	△236	△135	△302	△592	1,814	△282	737		
		農業生産費用	199	100	58	101	97	157	121	289	136	129		
		農企業利潤	△211	100	△198	△305	103	△652	△642	643	△656	252		
		農業所得	149	100	51	90	123	81	31	360	63	175		
		農業労働報酬	132	100	51	110	143	40	41	297	12	146		
	農業労働一日当	農業純収益	142	100	△156	△164	108	△228	△436	1,024	△246	714	△302	5,204
		農業労働報酬	89	100	68	76	114	30	30	167	11	141	15	672
		家族農業労働報酬	86	100	66	70	110	29	12	167	5	47	15	653

第11表　主要部門の生産性の対比（昭和32・33年の２ヶ年平均）

種別		反当収量	反当主産物生産価額	反　当生産費	主産物単位当価格	主産物単位当生産費	主産物単位当生産利潤	反　当労働時間	労働１日当生産量（１日＝８時間）
		石	円	円	円	円	円	時	升
米	香川平均	2.79	27,873	16,814	9,990	6,027	3,963	184	12.16
	調査農家	2.79	26,494	28,656	9,496	10,271	△　775	334	6.72
小麦裸麦	香川平均	2.17	12,535	16,267	5,776	7,496	△ 1,720	183	9.52
	調査農家	2.20	12,213	16,500	5,551	7,500	△ 1,949	254	6.96
		貫			円	円	円		貫
みかん	全国平均	765.1	93,506	62,771	122.21	82.04	40.12	473	12.96
	調査農家	741.5	94,453	82,720	127.38	111.56	15.82	599	9.92
りんご	全国平均	738.4	51,924	36,536	70.32	49.48	20.84	440	13.44
	調査農家	291.4	31,010	45,102	106.42	154.78	△ 48.36	448	5.20
かき	全国平均	399.5	48,347	35,827	121.02	89.68	31.34	321	10.00
	調査農家	202.7	24,738	38,926	122.04	192.04	△ 70.00	372	4.32

香川平均と全国平均は農林省生産費調査の成績による。〔米・麦：１石当，果樹：１貫当〕

ところでこのよって来たるところろ吟味してみると，反当生産費用のうちでも労働を著しく多く投入しながら，苹果，柿のように反収が著しく低いとか，或いは，たかだか水準に達しているにすぎないばかりでなく，品質向上による生産物単価の向上もみられない（苹果で高いのは早期出荷による「青リンゴ」という特殊事情によるものであり，米・麦ではむしろ低い）ところにあるのであって，投入生産費用の著しい低効率を意味するわけである．しかして投入生産要素の効率に関係するものとしては，土地条件の良否や樹令構成および適期適法により労働および物財の投入が行われているかどうかによることが多いと考えられ，特に作業適期をはずれ，所謂「追いかけられて仕事をする」場合とか，耕地が分散し異種の仕事に転換することが多いほど労働時間を要するものであることを考えると，調査農家における投入生産要素の非能率性は，土壌の瘠薄や果実肥大期における水分不足とか耕地の分散などの耕地条件の不整備と共に，先の労働利用にみられた経営部門間の競合による労働配分上の無理が無意識のうちにも適期適作業の実施を困難とし，労費の投入を多からしめ，効率を低下させていると考えられるであろう．

ここに複合果樹作経営の問題があり，調査農家が，他の経営との比較においても，また経営部門間の比較においても，生産性乃至収益性の相対的に低い部門，謂所，相対的有利性の小さい桃作，柿作，苹果作などを漸次整理し，蜜柑作を中心に，それとの労働配分においても比較的良好な夏柑，枇杷を配した経営に移行せんとしていることは注目に値いするのである．またこの方向への経営の転換は米・麦作部門における生産性向上を一層要求することになると考えられるのであり，これらの部門の技術的，経営的検討が一層要請されると共に耕地条件のより一層の整備が問題となるであろう．

引 用 文 献

(1) 農林省農林経済局統計調査部：農業経営調査報告（昭和26～33年度），農林省（1951～1958）．

(2) 農林省香川統計調査事務所：農業経営調査年報（昭和25～30年度），香川県農林統計協会（1957）．

(3) 香川県統計調査事務所の調査農家に関する未発表資料

Résumé

This paper is a sequel of our previous in "Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University" vol. 11, December, 1959.

In this work we have analysed the data, which were obtained from No. 5,018 of the surveyed farm households in the Year Book Report of Agricultural Management Research by Ministry of Agriculture and Forestry in 1957 and 1958. And we point out some distinctive features and problems of the diver-

sified fruit-growing farm.

The farm was located on sloping land and had 22.5 tan (1 tan = 10 a) of cultivated land, of which 15.1 tan were in orchard, 1.3 tan in paddy field, and 6.1 tan in upland field. Of the 15.1 tan in orchard, 22.4% was in apples, 10.1% in peaches, 36.5% in mandarin oranges, 8.8 % in persimmons, 8.8% in summer oranges, 7.8% in loquats, and 5.6% in other fruits.

In the utilization of farm labor, the complicated structure of this farm contributed to the full employment of the farm household members, but it compeled them to overwork, especially in busy seasons.

In the profitabilities of enterprises in this farm, the mandarin orange, summer orange and loquat enterprises had higher income per tan and per labor than the rice enterprise. But, the other fruit enterprises had lower income. Moreover, the productivities of almost enterprises in the surveyed farm were lower than the ones of corresponding enterprises in specialized farms.

As the results, it might be pointed out that the lower productivities of this farm are caused by the soil and topographical condition of the orchards, drought in the growing period of fruit, the dissipation of cultivated land under management, and above all, the untimely application of the growing technique, which is controlled by the diversified organization and the small size of enterprises in the farm.

(Received November 30, 1960)

高松市下笠居地区における 複合果樹作経営に関する研究

Ⅲ 代表的農家における農業経営部門の動向

喜 田 美 登, 森 和 男

Studies on the diversified fruit-growing farm in Shimokasai ward, Takamatsu city

III The trend of enterprises in a typical farm

Yoshinori KITA and Kazuo MORI

I はしがき

先の第Ⅰ報[1]では，調査地区（下笠居）におおる複合果樹作経営が展開されている実態を把握し，その主要なる成立要因によって分析的な考察を試み，また第Ⅱ報では代表的複合果樹作農家の経営構造の分析を行い，特に当該経営農家の経営形態上の性格をつかみ，家族労働力の利用構造，あるいは生産手段・生産物の利用共同関係からみた経営構造の特徴を解明し，さらに農業経営成果の検討と関連して今後における複合果樹作経営の改善上の問題点を指摘したのであるが，本報告は第Ⅱ報で論及し得なかった個別農業経営の時系列的変化乃至経営動向を農業経営調査にもとずいて分析したものであり，その補論として報告する次第である．

しかして本報告での調査対象農家は第Ⅱ報の農家と同じく農林省「農業経営調査」における農家5,018番であり，昭和26年から33年度まで8ヶ年にわたる調査報告[2][3]を整理し作成した累年の経営分析資料を中心に動態的な期間比較を行ったところ，一農家の事例ではあるがかなり顕著な趨勢的な変動が指摘されたのである．

なお本報告の調査研究に当り統計調査資料の借覧などの御高配を頂いた農林省香川統計調査事務所経済調査課特に宮武技官に，また補充調査に御協力を下さった現地の調査農家に対し厚く謝意を表する．

（附記：本報告の要旨は昭和35年10月9日，岐阜大学における関西農業経済学会第10回大会で発表した．）

Ⅱ 調査農家の経営概況とその変化の概要

(1) 農業労働力の変化

まず本農家の農業労働力の構成とその変化をみると第1表の如くである．家族農業労働力の構成のうち，農業従業者数では，昭和26年度の6人から，子女の就職や婚姻による転出減や長男の婚姻による妻の転入増がみられ，31年以降は親子二世代二夫婦の4人となり，家族構成が単純化され，その前半期にはかなりの補助的な労働力が農家内部に求められたのが，後半期では主幹的労働力のみになり，多数の労働集約的経営部門の存在や労働需要の増大によって，次第に家族労働力の利用が過重となっている．就中家族農業従業者一人当り年間投下労働日数が実質的に高まっており，労働の繁期における雇傭労働の依存度を強くしていることが注意される．

(2) 経営土地の変化

本農家の経営土地は第2表の如くであり，調査初年度の耕地面積は水田2.5反，普通畑2.9反，果樹園11.3反，耕地合計16.7反であったが，水田のうちの小作地1.3反を昭和30年の冬作から返還したので自作地1.3反のみになり，それまでは自家飯米の確保されていたのが不可能な状態に変化している．それに普通畑では初期の調査が不徹底であったために未成果樹園が普通畑として計上されたためであり，実際は未成果樹園の間作利用としての普通作が相当行われていたのである．しかし昭和30年度に温州蜜柑作規模の拡大を図るために，戦後の集団開拓地であったが食糧事情の好転等により耕作放棄された荒廃畑の7反を購入し，遂次再開墾を行い6.1反の畑地造成がみられる．

第1表 調査農家の農業労働力の状況

項目 ＼ 年次		昭和26年	27年	28年	29年	30年	31年	32年	33年
経営主の年令	(才)	48	49	50	51	52	53	54	55
世帯員	(人)	9	9	9	8	7	8	8	8
農業従業者	男 (人)	2	2	2	2	2	2	2	2
	女 (人)	4	4	3	3	3	2	2	2
	計 (人)	6	6	5	5	5	4	4	4
農業従業歩合加味農業従業者	(人)	4.5	4.7	4.2	4.4	4.2	4.0	4.0	4.0
農業収益部門投下労働量	家族 (日)	1,316	1,436	1,177	1,209	1,200	1,018	1,124	1,140
	雇傭 (日)	11	16	29	36	79	44	57	32
	計 (日)	1,327	1,452	1,206	1,245	1,279	1,062	1,181	1,172
家族農業従業者1人当年間家族農業労働日数	(日)	219.3	239.3	235.4	241.8	240.0	254 5	281.0	285.0

第2表 経営土地と作物栽培面積

単位：畝

項目 ＼ 年次	昭和26年	27	28	29	30	31	32	33	35年3月現在
田（二毛田）	25	25	25	26	26	13	13	13	
普通畑	29	1	39	—	—	30	50	61	
果樹園	113	139	106	153	153	153	151	151	
畑小計	142	140	145	153	153	183	201	212	
耕地計	167	165	170	179	179	196	214	225	
宅地	4	4	4	4	4	4	4	4	
林野その他	13	13	13	14	14	54	34	23	
経営土地合計	184	182	187	177	197	254	252	252	
水稲	23	25	25	23	26	13	13	13	
小麦・裸麦	30	38	48	32	41	38	38	29	
煙草	20	12	25	23	11	-	-	—	
苺	12	10	10	13	13	30	30	51	
その他作物	27	29	11	34	21	44	35	37	
普通作物計	112	114	119	125	112	112	116	130	
リンゴ	48	48	43	43	43	43	42	42	42
モモ	19	18	17	15	15	15	15	15	—
ミカン	22	49	48	54	54	54	54	54	115
カキ	17	17	13	13	13	13	13	13	—
ナツミカン	7	7	10	13	13	13	13	13	18
ビワ	—	—	4	11	11	11	11	11	26
果樹計	113	139	135	149	149	149	148	148	201
合計栽培面積	225	253	254	274	261	261	265	278	—
(参考) 土地利用度	135	153	149	153	146	133	124	124	—

さらに果樹園面積では調査期間中には実質的な変化はない．かように調査最終年度の33年には経営耕地面積が22.5反と初年度の1.35倍の拡張が行われているのである．

(3) **建物および農機具の変化**

建物および構造物について注意される点は昭和27年に母屋（居宅）が，また31年には新開墾地に簡易な農舎が新築されていることさらに近年傾斜地果樹園における夏季の乾燥防止のための灌水問題に対する農家の認識が高まり，灌水用貯水槽が31年苹果園に 18m³ 入（100石）のもの，32年蜜柑園に 36m³ 入のもの，33年開墾畑に 9m³ 入

と 36m³ 人のものが建造され，また32年には園地が比較的近接した一団地に防除用パイプの敷設が行われ，動力噴霧機による薬剤撒布の能率向上を図っていることなどである．

次に農機具の設備状況では昭和28年に始めて動力噴霧機が購入され，地区農家の中でも早期導入農家に属しており，さらに宅地から 1.8km 離れた開墾畑の造成，果樹生産規模の拡大に伴う運搬量の増加と農道の整備が進んだことなどの理由から33年にはオート三輪車が導入されていることが注意される．

(4) 家畜飼養の変化

次に家畜飼養状況をみると、和牛の飼養形態では役用を主とし仔牛の育成も兼ねた 1 頭飼育を持続していたが，昭和32～33年には壮令牛の肥育飼養に変化しており， 水田耕作面積も少いことやオート三輪の導入によって家畜部門は用畜化の方向をとり，和牛肥育に加えて養鶏飼養羽数の増加をみている．

(5) 土地利用の変化（果樹作の変化）

土地利用の関係は先の第 2 表にみる如くであり，水田では米麦の単純二毛作が行われ， 普通畑及び未成果樹園の間作利用作物としてイチゴ，小麦，煙草，甘藷，蔬菜類など種々な作付がみられる．そのうち煙草作は果樹の成園化や農家労働力の減少などから昭和31年より栽培が排除されており，これに反して苺の作付面積が増加しておる．また全般的には果樹園の間作利用を次第に制限して，果樹作自体に管理の重点を置いた土地利用の体制が強化されて来ていることが知られる．

さらに果樹園の種類別栽培面積では苹果，桃，柿が減少し，蜜柑，夏柑，枇杷の増植がみられる． 換言すれば落葉果樹を中心としていたものが常緑果樹を主体としたものに樹種転換の傾向を示していることが注意される． また昭和35年 3 月の調査では，苹果は変りないが桃と柿は伐採されて，蜜柑，夏柑，枇杷園に転換が行われ、開墾地の新植園を加えて蜜柑園11.5反，夏柑1.8反、枇杷2.6反に増加しており，その構成比は蜜柑57%， 苹果21%、枇杷13%，夏柑 9 %となり，6 種類から 4 種類に整理され，常緑果樹79%、落葉果樹21%の構成となり，実に過去10年間のうちに柑橘作を中心とする果樹経営に変化していることが注目されたのである．

(6) 部門別農業粗収益の変化

次に年度別農業粗収益の総額および部門別構成についてみると第 3 表の如くであり，初年度の構成比では果樹作45.5%，苺その他作18.2%，煙草作16.3%，米麦作13.6%，畜産6.4%を占めていたが，最終年度では果樹作 36.7%、養畜 41.0%、苺その他作 16.2%、米麦作 6.1%を占めるようになり、特に果樹作のうちでは桃，柿，苹果作部門の粗収益の絶対額も構成比も著しい減少傾向を示し，これに反して蜜柑，夏柑，枇杷作部門のそれは増加傾向の強いことが注意される． また最近年度の養鶏，肥育牛部門の占める割合の高いことや換金作物として高い位置を占めていた煙草作が皆無となり他方に苺作部門収入が増大していること，さらに米麦作やその他作物作は自給生産部門として現状維持乃至漸減していることが知られた．

第 3 表　部門別農業粗収益の構成比

部門名 ＼ 年度		昭. 26	昭. 27	昭. 28	昭. 29	昭. 30	昭. 31	昭. 32	昭. 33
農業粗収益総額（千円）		528	733	732	818	943	646	983	1,320
構成比（%）	水稲作	7.2	6.4	6.4	6.3	5.7	5.5	3.1	2.9
	小麦・裸麦作	6.4	7.3	6.9	5.5	7.8	7.5	4.1	3.2
	煙草作	16.3	13.0	16.2	19.0	11.4	—	—	—
	苺作	10.0	8.2	3.8	4.0	5.1	7.4	6.4	9.0
	その他作	8.2	9.5	5.1	11.4	5.3	7.2	10.8	7.2
	苹果作	17.1	21.6	32.5	14.0	17.2	30.3	15.3	8.3
	桃作	9.5	7.5	8.2	8.6	5.8	5.1	4.1	1.7
	蜜柑作	11.5	13.6	12.1	14.5	23.2	16.4	19.1	18.7
	柿作	4.7	3.4	6.1	3.7	4.0	3.5	4.4	1.6
	夏柑・枇杷作	2.7	2.6	1.9	4.9	3.9	10.2	11.1	6.4
	鶏	6.4	1.2	0.8	8.1	10.6	6.9	13.3	16.8
	肥育々成牛	—	5.7	—	—	—	—	8.3	24.2

Ⅲ 主要経営部門の経営成果の動向

(1) 水稲作部門の動向

水稲作では昭和31年度以降の反当収量が，それまでの 375kg（2.5石）をはるかに上廻り 450kg（3石）ラインまで増大して来ていることが注意される．これは気象条件に恵まれたこと以外に，水田面積の減少による自家飯米の不足を出来る限り確保せんがために，施肥の改善をはかり，特に労働競合の強かった煙草作を中止したことからより適切な技術的管理が可能となり，稲作技術の改善によることも大きい．（第4表参照）

(2) 麦作部門の動向

麦作も自給生産乃至副次部門として複合されているに過ぎず，その作付面積は年度による増減も少ない．その反当収量では年度による豊凶がみられ，不安定な状態を継続しており，農業純収益をみてもいずれの年度もマイナスを示し，また家族農業労働報酬を他部門のそれと比較してみても問題にならないくらい低位である．この点本農家の麦作では労働投下量の節減による労働費率の低下乃至労働生産性の向上の傾向がみられることが注意されてよく，さらに進んで畜産部門などと結びついた麦作の改善が，果樹作を中心とした経営体制であるだけに重要と思われる．（第4表参照）．

第4表 水稲作と麦作部門の農業経営成果

		項目 ＼ 年次	26年	27年	28年	29年	30年	31年	32年	33年	8ケ年平均
水稲作		主産物商品化率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	作付一反当	農業資本額(円)	19,982	19,895	32,091	36,642	30,775	51,171	43,071	37,545	32,020
		農業労働時間(時)	471	405	304	329	326	337	362	306	360
		主産物生産数量(kg)	347	381	354	375	326	443	372	465	374
		農業粗収益(円)	16,121	18,722	18,840	22,329	20,588	27,435	23,569	29,415	21,330
		農業経営費(円)	15,718	19,940	17,338	22,328	20,351	27,879	24,659	24,698	20,916
		内 労働費(円)	11,196	14,554	10,497	13,491	13,575	14,744	14,948	12,814	13,084
		内 肥料費(円)	1,264	900	809	2,291	1,947	2,306	803	2,208	1,526
		農業純収益(円)	403	△ 1,218	1,501	1	237	△ 445	△ 1,090	4,722	414
		農企業利潤(円)	△ 1,598	△ 3,187	△ 1,926	△ 3,644	△ 2,849	△ 5,633	△ 5,326	1,002	△ 2,810
		農業所得(円)	11,555	12,957	11,754	12,916	13,482	14,299	9,423	17,353	13,265
	農業労働一日当	農業純収益(円)	8	△ 28	47	0	7	△ 12	△ 28	143	11
		農業労働報酬(円)	190	236	261	195	303	252	263	435	270
		家族農業労働報酬(円)	190	271	262	191	304	252	263	441	272
小麦・裸麦作		主産物商品化率(%)	0	17	0	0	0	0	0	0	2
	作付一反当	農業資本額(円)	17,597	13,973	17,351	22,385	17,942	18,677	15,507	17,778	17,545
		農業労働時間(時)	663	478	344	363	332	303	226	291	368
		主産物生産数量(kg)	375	404	260	367	435	328	251	371	342
		農業粗収益(円)	11,272	14,082	10,561	14,121	17,852	12,690	10,574	14,361	13,056
		農業経営費(円)	13,771	16,613	16,363	18,630	18,668	16,137	13,227	15,817	16,101
		内 労働費(円)	11,746	11,781	12,493	13,708	13,855	11,564	9,159	11,462	11,913
		内 肥料費(円)	578	833	525	924	1,376	1,064	481	1,150	853
		農業純収益(円)	△ 2,499	△ 2,531	△ 5,803	△ 4,509	△ 817	△ 3,447	△ 2,654	△ 1,456	△ 3,045
		農企業利潤(円)	△ 4,264	△ 4,638	△ 7,662	△ 8,225	△ 3,668	△ 6,208	△ 5,099	△ 3,223	△ 5,435
		農業所得(円)	3,211	9,208	6,475	9,178	13,011	7,398	6,331	9,862	8,689
	農業労働一日当	農業純収益(円)	△ 33	△ 56	△ 158	△ 115	△ 23	△ 106	△ 108	△ 47	△ 77
		農業労働報酬(円)	89	157	130	140	286	165	187	282	180
		家族農業労働報酬(円)	89	152	127	140	286	156	177	288	185

(3) 煙草作部門の動向

本農家の農業現金収入のうちに煙草作収入が15～26％を占め，農家経済上からも換金作物として大きな魅力を持っていたのである．（第5表参照）例えば煙草耕作期間中で最高の成績を挙げた昭和30年度の実績にみる如く，非常に高い，反収（283kg）や反当農業純収益（20,037円）或は農業所得（80,118円）を獲得しているのである．しかし反面において煙草作は反当労働投下量では1,000～2,000時間を要し，経営費中の62～78％が労働費で占め，極めて労働集約的な作物であることを示しており，それだけに家族労働の利用において，特に米麦作や苹果，桃などと激しい競合関係を有し，煙草作に重点が置かれる経営ほど競合部門の生産或いは収益性を犠牲にした集中的な労働や資材の投入が行われ勝ちである．

しかし，昭和31年度より煙草耕作が廃止されているが，その経営的事情についてみると，その第1は家族労働力の利用関係からみて，主幹的労働や集中的労働の多くを要するのに，労働競合部門（主として果樹作）における労働需要の増大により，煙草作に適正な労働配分を行うことが困難になって来たことである．換言すれば労働節約的技術の裏ずけなくして，それ以上煙草作を継続し行くことは，夏季農繁期の家族労働がますます過重になるばかりでなく，競合部門の適期適作業の実施に多大の支障を生じるからである．第2に，煙草作が殆んど未成果樹園の間作利用として行われて来たのであるが果樹の成園化に伴い，その作付可能面積が減少して来たことである．第3に，既成果樹園の生産収入が高まり，農家経済上からしても煙草作収入に依存することが弱まり，煙草作に注いだ勢力を集中して蜜柑作規模の拡大を図ることに着目したことなどである．

第5表 煙草作部門の農業経営成果

項目 ＼ 年次		26年	27年	28年	29年	30年	5ヶ年平均
主産物商品化率(％)		100	100	100	100	100	100
作付一反当	農業資本額(円)	42,780	116,238	66,489	69,632	98,588	72,513
	農業労働時間(時)	1,064	1,988	760	1,035	1,618	1,217
	主産物生産数量(kg)	165	246	151	180	283	194
	農業粗収益(円)	43,000	79,412	47,248	67,643	97,928	62,524
	農業経営費(円)	29,491	75,891	45,148	61,543	77,891	54,461
	内 労働費(円)	20,626	59,297	29,713	38,135	60,931	37,936
	内 肥料費(円)	4,567	6,220	6,442	10,044	2,259	6,477
	農業純収益(円)	13,509	3,521	2,100	6,100	20,037	8,063
	農企業利潤(円)	9,159	△ 7,739	5,210	△ 1,485	9,146	294
	農業所得(円)	33,796	62,497	52,458	43,482	80,118	45,497
農業労働一日当	農業純収益(円)	118	17	21	55	115	61
	農業労働報酬(円)	260	242	237	329	404	294
	家族農業労働報酬(円)	260	242	237	330	404	295

⑷ **苺作部門の動向**

苺の栽培面積をみると調査前期頃は毎年1反程度であり，後期では3～5反に増反されていることが注意される．これは前期では住宅に近い果樹園の間作として比較的に集約的な栽培が行われている事情によるものである．また苺作は反当2～3万円程度の投下資本で足り，しかも経営費のうち約70％が労働費であるから，農家にとって導入の比較的容易な作物であると云える．本農家の苺作は肥培管理の集粗如何により反収の著しい差異を生じており，その前期が750～1,215kgで，後期では375kg以下である．他方3.75kg（1貫）当り価格をみると8ヶ年を通じて年度による差が少なく，170～240円の比較的高価格でしかも安定しており，このことが苺作を有利に展開せしめている主なる要因であると思う．しかも普通栽培では肥培管理に要する現金支出が少く，且つ家族労働費部分が大きいために，反当農業所得が後期の粗放的な栽培でも1～2万円をあげている．

なお反当労働投下量400～1,000時間を要する労働集約的な苺のよな作物が導入されている要因としては，以下の点を指摘することができよう．まず本地区では普通露地栽培でも気象条件からして優秀な果実が生産されることから集約栽培が進んでおり，その市場出荷では規格統一を行い共同出荷体制を推進して有利な販売を図り，販売価格が堅調を持続していることである．次に一般的にも言えるが，苺作の草生からして未成果樹園の間作利用作物とし

ての適格性を有し，果樹の生育に悪影響を与えることが少く，開園初期の土地利用度を高めて開園資本の早期回収を図るに貢献することが大きいからである．

しかし一戸当りの栽培面積の適正規模を決定する条件となるものは，栽培方法の如何にもよるが1日のうちのどれだけの家族労働が，苺の採収選果，荷造労働に供給することが出来るかによって決定されると云っても過言ではない．

こうした点から本農家の最近における苺作をみるに，粗放的な栽培法をとっているものの栽培規模が大きいために、収穫期における家族労働が他の労働競合部門とも関連して極めて長時間労働を強制しているところに今後改善の問題点があると思われる．（第6表参照）

第6表 苺作とりんご作部門の農業経営成果

項目 ＼ 年次			26年	27年	28年	29年	30年	31年	32年	33年	8ケ年平均
苺作	主産物商品化率(%)		99	100	92	91	93	98	97	98	97
苺作	作付一反当	農業資本額(円)	15,645	31,269	39,363	24,623	36,005	16,217	23,887	21,861	23,810
苺作	作付一反当	農業労働時間(時)	588	993	771	468	739	445	624	403	592
苺作	作付一反当	主産物生産数量(kg)	840	1,339	536	450	638	345	323	375	488
苺作	作付一反当	農業粗収益(円)	44,011	60,484	27,659	24,992	37,065	15,868	20,883	23,367	26,848
苺作	作付一反当	農業経営費(円)	18,710	54,275	43,684	24,712	46,454	24,060	30,765	24,360	29,858
苺作	作付一反当	内 労働費(円)	11,902	35,168	28,410	17,971	30,040	17,101	24,646	16,085	20,686
苺作	作付一反当	内 肥料費(円)	2,940	6,695	7,047	2,519	11,716	5,637	4,138	3,275	4,869
苺作	作付一反当	農業純収益(円)	25,301	6,209	△16,025	280	△9,389	△8,192	△9,882	△993	△3,010
苺作	作付一反当	農企業利潤(円)	23,318	2,860	△20,350	△2,322	△13,172	△9,974	△12,335	△3,220	△5,535
苺作	作付一反当	農業所得(円)	37,061	41,259	12,310	17,878	19,281	8,494	12,131	14,908	16,934
苺作	農業労働一日当	農業純収益(円)	399	58	△193	6	△118	△171	△147	△23	△51
苺作	農業労働一日当	農業労働報酬(円)	558	355	97	313	213	148	201	314	262
苺作	農業労働一日当	家族農業労働報酬(円)	558	355	97	311	206	146	182	314	271
りんご作	主産物商品化率(%)		93	100	99	98	99	97	99	99	98
りんご作	作付一反当	農業資本額(円)	57,300	21,980	85,111	97,668	103,477	101,570	91,665	89,153	80,991
りんご作	作付一反当	農業労働時間(時)	427	521	710	581	571	550	430	467	524
りんご作	作付一反当	主産物生産数量(kg)	304	765	1,444	731	1,286	1,020	968	1,219	968
りんご作	作付一反当	農業粗収益(円)	24,313	42,795	84,767	35,764	37,672	45,626	35,811	26,209	40,106
りんご作	作付一反当	農業経営費(円)	15,287	30,651	43,135	44,498	45,516	41,695	33,515	39,462	36,675
りんご作	作付一反当	内 労働費(円)	8,345	16,085	22,005	21,835	12,382	21,739	17,388	18,911	18,423
りんご作	作付一反当	内 肥料費(円)	2,321	6,564	19,125	13,067	21,457	9,013	4,665	4,900	7,889
りんご作	作付一反当	農業純収益(円)	9,026	12,144	41,632	△8,734	△7,844	3,930	2,296	△13,254	3,430
りんご作	作付一反当	農企業利潤(円)	3,695	9,785	31,636	△18,151	△17,795	△6,201	△6,535	△21,649	4,644
りんご作	作付一反当	農業所得(円)	17,341	27,888	63,325	12,849	11,958	25,369	19,154	5,378	21,359
りんご作	農業労働一日当	農業純収益(円)	198	217	549	△140	△128	67	50	△265	61
りんご作	農業労働一日当	農業労働報酬(円)	262	462	702	58	59	263	252	△38	248
りんご作	農業労働一日当	家族農業労働報酬(円)	262	464	706	56	57	262	248	△43	249

(5) りんご作部門の動向

次に苹果作部門についてみると（第6表）本農家の青リンゴ栽培の歴史はかなり古いが，戦後の青リンゴブームの刺激よって新植増反され、4.2反の成園をもち，果樹の中では，大きい部門となっておる．またリンゴの 3.75kg 当り農家販売手取価格が26年の 295円から年々下落し33年ではその $\frac{1}{3}$ 以下の81円となっているが，この著しい価格低下傾向は充分の注意を要することである．これは赤リンゴの生産増加とその周年にわたる市場供給や、さらに青リンゴの出廻期と競合する果実の増大等の影響による消費需要の低下によることが大きいと思われる．他方反当収量は年度により差異はあるものの 750～1,125kg を持続しており，隔年結果も少なく安定した収量が得られている

が，これは栽培経験年数が長く高い栽培技術をもっているためである．

しかして反当粗収益をみても，反当収量の維持向上よりも価格低下の影響を強くうけて来ておることが明らかであり，また当農業経営費はあたかも４万円前後でほぼ一定水準を維持しているかの如くであるが，中でも労働費や肥料費などの低下の傾向がみられ，それら変動費の節減によって価格低下による採算割れに対処しているようである．それでも29, 30, 33年度の反当農業純収益では，8,000～13,000円の赤字を出し，反当農業所得でも１～２万円を維持していたものが，33年度では5,000円まで低下しており，農業労働１日当り家族労働報酬に至ってはマイナス43円と著しく低下し，青リンゴ栽培の経済性は喪失した感を強くするのである．

かくして，今後における苹果作の存続如何が問題とされて来るのである．今後も継続して栽培するとすれば価格低下に対して如何に対処して行くか，或は他の果樹に転換するとすれば如何なる果樹を選択すべきか，又その転換の実施方法は如何するか等の問題が重要となるであろう．本農家では栽培技術に対する自信と戦後の青リンゴの価格ブームが忘れ難く，また経営内部的な事情もあって見切りはつけ難く，老令樹園に夏柑を混植するなどして漸進的な転換を図っているのが注意される．

(6)　桃作部門の動向

次に桃作の動向で注意されることは（第７表参照）本地区の桃は散在的に若干栽培されている程度であり，本農家も昭和16年に約２反の栽培面積で出発し，その後若干の減少はあったが33年まで経営を維持して来ておる．

第７表　桃作と柿作の農業経営成果

項目 ＼ 年次			26年	27年	28年	29年	30年	31年	32年	33年	8ヶ年平均
桃作	主産物商品化率(%)		95	96	98	98	99	99	99	96	98
	作付一反当	農業資本額(円)	46,363	25,795	45,699	52,081	46,996	47,978	38,677	24,370	40,701
		農業労働時間(時)	465	748	636	567	610	678	525	396	579
		主産物生産数量(kg)	731	1,136	776	1,043	1,035	908	836	533	881
		農業粗収益(円)	27,211	30,446	35,415	47,260	36,177	22,112	26,541	15,067	30,166
		農業経営費(円)	22,117	36,941	33,979	37,373	32,202	43,846	34,672	28,450	33,593
		内 労働費(円)	8,945	20,838	19,126	19,991	22,591	24,947	20,857	15,437	18,964
		内 肥料費(円)	316	3,633	4,406	2,752	1,972	4,479	699	1,468	2,476
		農業純収益(円)	5,094	△ 6,475	1,436	9,887	3,975	△21,734	△ 8,131	△13,383	△ 3,427
		農企業利潤(円)	638	△ 9,079	△ 3,666	4,441	△ 804	△26,529	△12,011	△15,757	△ 7,604
		農業所得(円)	13,249	13,176	18,811	26,901	22,830	111	10,095	△ 673	13,314
	農業労働一日当	農業純収益(円)	99	△ 80	24	163	61	△ 296	△ 143	△ 319	△ 55
		農業労働報酬(円)	192	146	227	403	333	△ 22	173	9	185
		家族農業労働報酬(円)	200	146	232	425	335	△ 78	152	△ 70	168
柿作	主産物商品化率(%)		91	93	95	94	94	97	98	92	94
	作付一反当	農業資本額(円)	82,095	20,338	101,703	114,336	104,733	106,517	103,105	89,258	87,471
		農業労働時間(時)	338	347	326	328	368	392	413	330	355
		主産物生産数量(kg)	495	630	645	713	776	731	945	574	679
		農業粗収益(円)	14,712	14,545	34,506	23,339	29,337	17,371	33,463	16,012	22,319
		農業総営費(円)	13,674	16,898	23,188	26,956	29,434	32,645	33,538	26,165	24,596
		内 労働費(円)	7,126	11,238	10,688	13,196	14,449	16,110	16,716	13,298	11,576
		内 肥料費(円)	1,729	1,315	4,277	4,687	6,442	5,555	7,092	4,065	3,805
		農業純収益(円)	1,038	△ 2,353	11,318	△ 3,618	△ 97	△15,274	△ 74	△10,152	△ 2,277
		農企業利潤(円)	△6,358	△ 4,330	1,123	△14,406	△10,045	△25,323	△ 9,917	△18,460	△10,564
		農業所得(円)	8,116	8,827	21,380	9,515	13,476	722	16,527	3,100	10,084
	農業労働一日当	農業純収益(円)	26	△ 63	350	△ 102	△ 2	△ 361	△ 2	△ 264	△ 59
		農業労働報酬(円)	21	186	334	△ 34	112	△ 218	169	△ 118	57
		家族農業労働報酬(円)	21	186	351	△ 34	97	△ 225	167	△ 129	54

そこでまず桃の 3.75kg 当り価格をみると，昭和28，29年の 170円台を頂点とし，その後は不規則乍らも低下傾向を示し33年では 106円まで下落をみせている．反収では昭和27年の 1,136kg が最高でその後老衰期に入るに従い減少傾向をたどり，33年では 533kg と半減しているのである．また農業経営費は、反収低下の傾向をもつわりには減少せず，費用増加の現象さえみられる．そこで反当農業純収益をみると反収の最高を示した27年でさえも単価が低いために △6,475円の赤字を出しており，31年度以降は反収と価格がともに低いため大きなマイナス額を生ずるに至っている．家族労働報酬も皆無である．

この理由としては土壌条件の悪いことや一部に品種の悪いものが混在していたこと、さらに桃作労働において水稲，苹果，苺作労働などと競合して充分な管理が出来ないこと、加えて地区の栽培反別が少いので地方市場に個人出荷していたことなどが，反収や価格の低下傾向を一層強めているように思われる．そこで33年の収穫を終って桃樹を伐採し，枇杷への転換を図った根拠が見出せるのである．

(7) 柿作部門の動向

次に柿作では，昭和17年に約2反が開園され，28年に1部間伐されて1.3反となっていたのである．(第7表参照)

まず価格関係をみると隔年的な価格変動がみられるが比較的に安定しており、反収では32年までは肥料や労働の増投を伴う技術改善によって増収傾向さえ示していたのである．しかし33年の減収は前年度の人工交配実施の失敗により予想外の過剰結果を生じ、樹勢の減退による隔年結果現象を再発せしめたことによることが大きい．そこで反当農業純収益をみるに単価のよかった28年以外は反収増加よりも費用増加のために赤字経営となっており，特に31年，33年では反収や単価が低かったために大きなマイナス額を生じている．その他の指標でも，相対的にみて収益性の低い労働報酬の少ない果樹作であることが理解される．

また園地土壌の適性と関連して増産効果があがらないことや販売単価の低いことなどから，28年には1部の間伐によって夏柑が混植されていたところ，人工交配の失敗による樹勢低下，反収激減によって，柿作の将来に見切りをつけ35年1月には皆伐して夏柑へと転換している．

(8) 蜜柑作部門の動向

最後に蜜柑作部門についてみると，まず価格関係では隔年性をもった価格変動がみられるが，31年以降の変動は比較的小さい．相対的にみて，蜜柑価格は変動が少なく，優位な価格条件を示していると云える．反収では隔年結果も少く，33年の反収は26年の3倍強で 3,060kg をあげており，31年の 1,223kg を例外とすれば反収増加の傾向を示している．勿論蜜柑樹が次第に盛果期に到達していることもあるが，それ以上に栽培技術の改善がみられ、殊に肥料その他の資本財や労働の投入増加即ち経営集約度を高めているためである．

そこで最近年度における経営成果の指標で特に注意されるのは，農企業利潤でも1万円～2.6万円の黒字を出し，企業経営としても成り立つ実績をあげていることであり，反当農業所得5～6万円，1日当り家族労働報酬も500円～1,000円で高いことである．可様にミカン作は本農家の経営部門中で最高の収益性をもっていることが指摘されうるのである．このことが多角的な果樹経営の在り方を再検討させ，蜜柑作規模拡大の方向をとるに至った有力な要因をなしているのであり，そのことはこの経営分析から実証され得るものと考えてよかろう．

なお夏柑作や枇杷作についても，ほゞ蜜柑作と同様の傾向がみられることを指摘できる．記述は省略するが第8表を参照されたい．

(9) 主要果実の単位当り生産費と生産利潤の動向

ここでは特に主要果樹作部門に限って，それらの部門の経営動向としてみられる特徴乃至傾向を総括する意味において，第9表に掲げた8ケ年にわたる主産物単位当り農家販売価格，農業経営費，副産物差引生産費から「単位重量当り農業純収益」および「単位重量当り生産利潤」を算出し，これらを経営成果の指標として，各部門成果の期間比較を中心に考察しよう．

柿作の1貫（3.75kg）当り農業経営費では103円から次第に上昇を示し171円までに高まり，1貫当り生産費でも159円から225円と大巾なコスト高をみている．これはかなりの反当収量の増加をみているものの，生産費がそれ以上に投入されているためであり，先の動向分析で指摘したことから明らかにされるであろう．1貫当り純収益額は販売価格の高かった28年の66円とコストの低かった26年の8円をみるのみで，他の年度は0～78円の損失を生じており，さらに1貫当り生産利潤に至っては28年の 7円だけで他の年度では26～192円と大きな純損失を生じている．

桃作の1貫当り経営費は111円から200円に、生産費は134円から217円に、逐次増大をしているのである．しかし

第８表　蜜柑作と夏柑・枇杷作の農業経営成果

作目	区分	項目＼年次	26年	27年	28年	29年	30年	31年	32年	33年	8ヶ年平均
蜜柑作		主産物商品化率(%)	93	96	94	97	97	97	98	99	96
	作付一反当	農業資本額(円)	138,343	28,818	157,443	240,842	219,454	206,890	216,722	224,855	182,201
		農業労働時間(時)	570	506	377	518	447	364	480	718	498
		主産物生産数量(Kg)	1,005	1,691	892	2,055	2,025	1,223	2,501	3,060	1,781
		農業粗収益(円)	27,653	45,418	42,153	51,512	95,890	46,216	81,579	107,326	61,264
		農業経営費(円)	25,341	33,731	29,640	43,866	48,750	39,092	50,706	72,304	42,229
		内 労働費(円)	11,939	16,029	13,458	19,242	17,077	14,264	19,139	28,668	17,163
		内 肥料費(円)	5,678	9,174	5,203	10,530	12,348	10,274	13,439	17,900	10,420
		農業純収益(円)	2,312	11,687	12,513	7,646	47,140	7,124	30,873	35,022	19,035
		農企業利潤(円)	△10,145	8,183	△ 2,967	△15,034	25,826	△12,633	10,032	13,434	2,167
		農業所得(円)	14,050	27,594	25,647	25,695	62,296	21,196	48,665	62,953	35,445
	農業労働一日当	農業純収益(円)	38	216	313	136	979	182	602	455	365
		農業労働報酬(円)	29	457	259	75	891	42	586	564	376
		家族農業労働報酬(円)	28	457	260	58	969	38	606	569	373
夏柑・枇杷作		主産物商品化率(%)	?	97	100	95	96	99	99	98	98
	作付一反当	農業資本額(円)	96,601	32,275	103,132	108,645	108,958	113,546	108,124	102,804	106,024
		農業労働時間(時)	284	474	152	101	184	298	382	334	254
		主産物生産数量(Kg)	—	401	394	480	446	671	896	844	653
		農業粗収益(円)	20,063	26,722	9,945	16,562	15,300	27,488	45,470	35,155	25,172
		農業経営費(円)	14,862	22,781	11,787	10,736	16,649	24,897	26,377	27,495	19,580
		内 労働費(円)	7,462	14,997	4,318	3,803	7,498	12,386	15,170	13,120	9,663
		内 肥料費(円)	633	146	1,879	805	2,303	4,296	3,841	4,548	2,703
		農業純収益(円)	5,201	3,941	2,344	5,826	△ 1,349	2,591	19,093	7,660	5,592
		農企業利潤(円)	△ 3,542	777	△11,508	△ 4,329	△11,498	△ 8,291	8,634	△ 2,071	△ 3,959
		農業所得(円)	12,597	19,372	2,347	9,599	5,922	14,854	23,583	20,227	15,053
	農業労働一日当	農業純収益(円)	173	77	△ 112	538	△ 67	81	468	222	204
		農業労働報酬(円)	128	317	△ 437	△ 49	△ 200	128	600	331	216
		家族農業労働報酬(円)	128	317	△ 437	△ 49	△ 219	125	607	326	212

１貫当り純収益，生産利潤はともに30年までは36円～－21円，16円～－30円であったが，31年以後はそれぞれ－94円，－111円と著しい低下し，マイナス額が大きくなっているのが注目される．これは費用増加と販売価格の低下さらには反収減によって生じたるものである．

りんご作では反収が年々増加しており，その増加率においては目覚しいものがあるが，これと相い関連して１貫当り経営費及び生産費用（前者は189円から121円に，後者は255円から147円）は共に減少傾向がうかがわれるのである．なおこれは価格低下（295円から81円）の刺激によって労費の投入額が減少したことによるものと思われる．しかして28年頃までは販売価格も高くて，１貫当りの純収益，生産利潤は他の果樹よりも相当に高くて，それぞれ最大108円，82円であったものが順次悪化し，33年に至ってそれぞれ－40円，－66円となり，その有利性は著しく減退もしくは喪失をみており，事情は全く逆転したといっても過言ではない．

蜜柑作においては柿，桃，苹果とは全く事情を異にしており，その栽培の相対的有利性はいよいよ高まって来ておるのである．勿論販売価格にみられる上昇傾向或いは堅調な安定性を示していることにもよるが，栽培技術の改善或いは投入費用の増大によって反当収量が年々高くなり，１貫当り経営費及び生産費用は反収の低かった28年と31年を除けば低下傾向さえ示しているのである．しかして１貫当り純収益，生産利潤は高まって来ておる．他果樹のそれと比較してみるときに，相対的な有利性がますます高まって来ており，夏柑とともに蜜柑ブームを生ずるに至った理由が個別農家の分析からも指摘することが出来るのである．

第9表 果実一貫（3.75kg）当り価格・生産費・生産利潤の年次別変化

単位：円

種別	年度	昭26	27	28	29	30	31	32	33	平均
みかん	販売価格	103	101	177	94	176	142	122	131	129
	農業経営費	95	75	124	80	90	120	76	89	89
	生産費用	141	82	190	121	129	181	107	115	124
	農業純収益	8	26	53	14	86	22	46	42	40
	生産利潤	△38	19	△13	△27	47	△39	15	16	5
りんご	販売価格	295	209	220	184	110	168	139	81	155
	農業経営費	189	150	112	228	133	153	130	121	142
	生産費用	255	162	138	277	161	190	164	147	173
	純収益	106	59	108	△44	△23	15	9	△40	13
	生産利潤	40	47	82	△93	△51	△22	△25	△66	△18
かき	販売価格	111	86	200	123	142	89	133	105	123
	経営費	103	100	134	142	142	167	133	171	136
	生産費用	159	112	193	199	190	218	172	225	182
	純収益	8	△14	66	△19	0	△78	0	△66	△13
	生産利潤	△48	△26	7	△76	△48	△129	△39	△120	△59
もも	販売価格	137	101	171	170	131	91	119	106	128
	経営費	111	122	164	134	117	181	156	200	143
	生産費用	134	131	189	154	134	201	173	217	161
	純収益	26	△21	7	36	14	△90	△37	△94	△15
	生産利潤	3	△30	△18	16	△3	△110	△54	△111	△33
夏柑・枇杷	販売価格	—	103	102	130	129	154	190	157	150
	経営費	—	88	121	84	140	139	110	122	117
	生産費用	—	100	220	164	226	200	154	166	174
	純収益	—	15	△19	46	△11	15	80	35	33
	生産利潤	—	3	△118	△34	△97	△46	36	9	△24
いちご	販売価格	196	169	193	208	218	172	243	234	206
	経営費	84	152	305	206	273	261	358	244	229
	生産費用	92	161	335	228	295	281	386	266	248
	純収益	112	17	△112	2	△55	△89	△115	△10	△23
	生産利潤	104	8	△142	△20	△77	△109	△143	△32	△42

夏柑・枇杷作は栽培の集約度を順次に高めており、これと共に反収の増加がみられるのであるが、これも価格の堅調もしくは高騰に影響されていることによる．だから生産に要する経営費、生産費用は当然に増加しておるが価格が良いために，その純収益，生産利潤はより大きくなって来ておることが明らかにされる．

苺作は栽培法乃至作付地の転換によって反収が著しく減少したために単位当り生産費用は逆に著しく増大したが，販売単価が順調に伸びているために，経営純収益や生産利潤が好転していのが注意される．

IV む す び

以上の如き複合果樹作経営農家における農業経営成果の動向分析において、特に注意された経営の変動条件としては、果実の価格条件を指摘することが出来る．即ち、調査農家の販売果実の価格の動きをみても、或いは大阪市場における果実の卸売価格の変動状況をみても、果実の種類や品種の相違によって、かなり顕著な趨勢的差異乃至変動傾向が観察されるのである．可様な果実の価格条件は複合された果樹作部門の経営成果の上にその影響を及ぼしており，桃、苹果，柿作部門の収益性は著しい減退傾向を示し、これに反して蜜柑、夏柑、枇杷作部門の収益性は相対的な高まりをみるに至っているのである．

第10表　農業経営成果の年次別変化（経営全体としてみたる場合）

項目 ＼ 年度	昭26	27	28	29	30	31	32	33	8ヶ年平均
経営耕地面積（反）	16.7	16.5	17.0	17.9	17.9	19.6	21.4	22.5	18.7
資本投下額 固定資本(円)	900,966	376,634	1,150,000	1,516,316	1,494,608	1,391,949	1,369,014	1,379,514	1,197,375
資本投下額 流動資本(円)	189,169	302,162	349,985	373,157	387,345	323,277	414,209	558,766	362,258
資本投下額 計	1,090,135	678,796	1,499,985	1,889,473	1,881,953	1,715,226	1,783,223	1,938,280	1,559,633
農業粗収益 総額(円)	527,728	732,625	731,585	817,545	942,864	646,495	982,862	1,319,657	837,670
農業粗収益 内現金(円)	376,035	540,399	544,218	596,138	705,317	450,158	797,534	966,595	622,044
農業経営費（円）	418,504	654,584	615,421	821,312	851,116	720,931	896,778	1,237,759	777,050
差引農業純収益（円）	109,224	78,041	116,164	43,767	91,748	△ 74,436	86,084	81,898	60,620
農業所得（円）	351,974	487,442	475,941	419,275	529,763	305,762	507,825	508,843	448,353
耕地一反当 農業資本額(円)	65,277	48,485	88,235	106,150	105,137	87,528	83,328	86,146	83,403
耕地一反当 農業労働時間(時)	732	819	593	650	664	504	513	485	616
耕地一反当 農業粗収益(円)	31,600	44,402	43,034	45,930	52,674	32,991	45,928	58,647	44,795
耕地一反当 農業経営費 総額(円)	25,060	39,672	36,201	46,141	47,548	36,789	41,905	55,012	41,553
耕地一反当 農業経営費 内訳 労働費(円)	14,716	25,176	21,667	24,471	25,974	19,961	20,626	19,459	21,393
耕地一反当 農業経営費 内訳 肥料費(円)	2,746	4,474	5,162	6,949	7,405	6,942	4,337	5,122	5,253
耕地一反当 農業純収益(円)	6,540	4,730	6,833	△ 211	5,126	△ 3,798	4,023	3,635	3,242
耕地一反当 農業生産費用(円)	31,226	43,956	44,736	56,774	58,109	45,560	50,267	63,457	49,828
耕地一反当 農企業利潤(円)	374	446	△ 1,702	△10,844	△ 5,435	△12,569	△ 4,339	△ 4,810	△ 5,033
耕地一反当 農業所得(円)	21,676	29,542	27,996	23,555	29,596	15,603	23,730	22,615	22,581
耕地一反当 農業労働報酬(円)	15,091	25,621	19,965	13,626	20,539	7,392	17,227	15,541	16,628
農業労働一日当 農業純収益(円)	82	54	98	△ 3	72	△ 96	73	70	49
農業労働一日当 農業労働報酬(円)	188	295	281	195	287	136	312	298	250
農業労働一日当 家族農業労働報酬	187	296	283	191	285	132	310	298	248
家族農業従業者一人当 経営耕地面積(反)	2.8	2.8	3.4	3.6	3.6	4.9	5.4	5.6	3.8
家族農業従業者一人当 家族農業労働時間(時)	2,021	2,224	2,188	2,248	2,231	2,368	2,614	2,652	2,291
家族農業従業者一人当 家族農業労働報酬(円)	41,785	69,809	65,532	46,231	68,442	33,472	87,030	84,944	62,156
家族農業従業者一人当 農業所得(円)	58,662	81,240	95,188	83,855	105,953	76,441	126,956	127,211	91,970

さらに第Ⅱ報においても指摘した如く，調査農家における主要経営部門の生産性，特に労働生産性が一般的にみて低位であることや，また経営全体的にみた経営成果（第10表）においても，その伸び（成長）が小さいことを留意しなければならない．これは本農家の経営発展の歴史的経過によるところが大きいけれども，現状では経営部門の組織構成において，経営成果の高い部門と低い部門とが過度に雑然と複合・多角化されているところに問題があると思われる．今後は一般的な果樹作経営乃至生産・流通の動きに対処して行くためにも，果樹経営をめぐる内外の諸情勢を適確に把握すると共に，従来の如き家族労働力の利用共同関係を軽視した経営部門の複合・多角化の在り方を反省して，多角化の利益を享受できうる程度に，果樹殊に蜜柑作部門を中心とした諸部門の適正な選択配置が必要であろう．この点調査農家においては，すでに自己の経営実績の検討から出発して，柿・桃などの不振果樹部門を整理し，蜜柑作部門を中心に積極的な転換，就中複合果樹作経営の合理化による飛躍的な経営発展を目指していることは，我々の注目するところである．

（なお本調査研究に関連して，田中(4)，工藤(5)両氏の記事は参考とすべき点の多いことを附記する）

参考文献と資料

(1) 喜田，森：香大農学報．**11**，59 (1959)．

(2) 農林省統計調査部：昭和26～33年度 農業経営調査報告，農林省（1951～1958）．

(3) 農林省香川統計調査事務所：昭和25～30年度 農業

経営調査年報，香川県農林統計協会 (1950〜1955).
(4) 田中義次：農業経営診断の方法，農及園．**35**(6), 1075 (1960).
(5) 工藤寿郎：個別経営における副次部門の機能について，農及園．**35**(10), 1701 (1960).

Résumé

This paper is a report which makes clear the trend of enterprises in a typical diversified fruit-growing farm household (No. of survey farm household: 5,018 in "Farm Management and Economy Survey" by Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry) during 1951 and 1958. The trend of farming in the surveyed farm household pointed out are as follow:

1. The trend of factors of production

Numbers of family worker for agriculture have been decreased from 6 to 4. Areas of paddy field have decreased from 2.7 tan (1 tan = 10 a) to 1.3 tan, but ones of ordinary field have increased 6.1 tan at recent date. Therefore, the cultivated land areas have been increased from 16.7 tan to 22.5 tan. On the agricultural implements, the farm household purchased a power sprayer in 1953, a auto-tricycles of second-hand in 1958. And, the four water tanks have been builded up in his orchards during 1956 and 1958.

2. The trend of enterprises in the farm

In the change of growing crops, culture of tobacco been discontinued and the areas of strawberries have been widely increased as an intercrop in the orchards since 1956. In recent year, the incomes of mandarin orange, summer orange and loquat enterprises are remarkably higher than that of peaches, apples and persimmons. Therefore, the high profitabilities of former group of enterprises give the motive of enlargement of their size.

(Received November 30, 1960)

水理模型実験報告

VI 川股ダムの余水吐について

前川忠夫，吉良八郎

The report of hydraulic model tests

IV On the spillway of Kawamata Dam

Tadao MAEKAWA and Hachirō KIRA

I まえがき

この実験は香川県の委託により，本学構内水理実験施設[1]において，香川県営川股池用水改良事業として施工中の川股ダム余水吐について行ったものである．1960年2月第1次実験（原案）企画以来，7ヶ月にわたって第2次（修正I案），第3次実験（修正II案）を試み，関係当局と検討の結果最終案を得たが，この報告はその概要を示すものである．報告にあたり，多大の御指導と御援助をいただいた農林省野知カンガイ排水課長，香川県滝口土地改良課長，同課長補佐近藤技師，川股池用水改良事業所旧所長大島技師をはじめ，実験に協力された猪原，石本，太田，黒川，倉本氏その他の諸氏に厚く御礼を申し上げる．

II 川股ダムの設計概要

この計画は香川県大川郡引田町の旧相生村を主とする 310 ha の水田カンガイ用水補給の目的で，地区を貫流する馬宿川上流の同町川股地区内に堤高 26.0 m の直線型重力式コンクリートダムを新設するもので，その設計概要はつぎのようである．

(1) 貯水池の規模と特性因子

貯水池の規模		貯水池の特性因子
流域面積 F	： 300 ha,	F/A（流域面積/満水面積）＝8.6
満水面積 A	： 3.5 ha,	C/V（貯水量/堤体積）＝19.3
総貯水量 C	： 272,000 m³,	C/F（貯水量/流域面積）＝0.0907
有効貯水量	： 228,000 m³	
計画洪水量	： $Q_{(100)}=62.0$ m³/sec（異常洪水量：$Q_{(max)}=75.0$ m³/sec）	

(2) 堤体の規模および付属設備

型式：直線式重力型コンクリートダム，堤高：26.0 m（堤頂 189.05 m，基盤高 163.05 m），法：内法 1：0.08，外法 1：0.79，堤長：95.0 m，堤体積：14,125 m³，余水吐構造：自然越流式，堰長 11.5 m，越流水深 2.2 m（$Q_{max}=75.0$ m³/sec），橋梁2連，取水塔：半円形式 22.0 m，取水孔 4（$Q_{max}=1.5$ m³/sec），基礎地質：砂岩，頁岩互層

(3) その他

事業費：200,000,000円，効果：食糧増産米 1,500石/年

III 実験

(1) 実験上の諸条件

1. 計画洪水量[2]

川股の洪水量については過去の記録がないので，計画洪水量はつぎのごとく算定している．

a) 計画雨量

本地域には時間雨量の観測がないので，神山観測所過去 41 年間の日雨量記録を用い，岩井法によって超過確率

W_{20} に対する確率変数 x (日雨量) を算出したのが表1に示される,

この際，コンクリートダム余水吐の異常洪水量は，非常時における ダムの安全のため，計画洪水量(100年に1回起りうる洪水量) より 20% ほど余裕を見込むものとしてあり[(3)]，表1より 1/100年日雨量は 364.4 mm と推算されるが，既往第1位 400 mm/day を計画基準雨量として，これから時間雨量を算出してある.

表(1) 週期日雨量の検出

W (超過確率)	x_i (mm) (日雨量)
1/5＝0.2000	168.8
1/10＝0.1000	211.4
1/20＝0.0500	255.1
1/30＝0.0333	281.6
1/50＝0.0200	315.8
1/70＝0.0143	339.1
1/100＝0.0100	364.4
1/200＝0.0050	415.6
1/300＝0.0033	448.0
1/500＝0.0020	487.8
1/1,000＝0.0010	546.5

b) 単位時間雨量強度

この計画では，伊藤剛公式を用いて $r_t=92$ mm/hr を採用している．すなわち

伝播速度：RZIHA's formula より $W=72(H/L)^{0.6}=72\left(\frac{0.334}{2.350}\right)^{0.6}=22.3322$ km/hr

ここに：H 高低差 (km)，L：水平流路長 (km)

到達時間：$T=\frac{L}{W}=\frac{2.350}{22.3322}=0.1052$ hr＝6.31 min

雨量強度係数： $C_t=\frac{34.710}{T^{1.35}+1.502}=\frac{34.710}{6.31^{1.35}1+1.502}=22.9$

故に平均単位時間雨量強度 r_t は

$$r_t=C_t r_{24}=1/100\times22.9\times400=91.6\fallingdotseq92 \text{ mm/hr} \quad\cdots\cdots(1)$$

ここに r_{24}：24時間最大雨量，400mm

c) 計画洪水量

流域面積 $F=300$ ha，流出率は一般に山地流域で 0.7～0.9 であるので，山地の林相から $f=0.8$ を採用し，最大洪水量 $Q_{p(100)}$ は

$$Q_{p(100)}=0.2778 f r_t F=0.2778\times0.80\times92\times3\fallingdotseq62 \text{ m}^3\text{/sec} \quad\cdots\cdots(2)$$

異常洪水量は最大洪水量に対して 20% の余裕を見込み

$$Q_{p(max)}=62\times1.2\fallingdotseq75 \text{ m}^3\text{/sec} \quad\cdots\cdots(3)$$

(2) 問題点と実験の目的

異常洪水時約 75.0 m³/sec の水は，19.55 m 落下して bucket invert において水理計算上から約 18.63 m/sec の高流速となることが推定される．設計方針としては，下流河川急峻なるため，水位低く完全跳水とするためには副ダムにより水位を上昇せしめるか，河床部を掘さくして静水池とするかしなければならないが，このためには莫大な経費を要するから，原設計においては，この高流速水を flip bucket 型水叩 (原案 bucket 半径 $R_b=15.0$m, lip 放射角 $\alpha=20°$) で下流遠く放射させて，下流河川水面をうたせ，これによる河床岩盤の洗掘を遠くまで離隔せしめんとしている.

この際 invert の水深は (4) 式により試算

$$h_i^3-(H-h_f)h_i+q^2/2g=0 \quad\cdots\cdots(4)$$

ここに
- h_i：Bucket invert (水叩始点) の水深, (m)
- $H=(D+Hd)$：越流総落差, (m)
- $h_f=C\frac{D}{Hd}H$：摩擦損失水頭 ($C\fallingdotseq0.02$)
- D：ダムの高さ (m)
- H_d：越流水深 (2.2 m)
- g：重力の加速度
- q：単位幅流量 (m³/sec/m)

により求め，放射水脈の計算は，(5)式に示す放射流の式を用い， $K=0.5$ および $K=1.0$ についてそれぞれ計算してある．

$$y=-x\tan\alpha+\frac{Kx^2}{4h_v\cos^2\alpha} \quad \cdots\cdots (5)$$

ここに
- y：縦距（座標原点を放射流起点にとる）
- x：横距
- h_v：放射流起点の速度水頭
- α：放射流起点におけるジェットの傾斜角
- K：重力の加速度が放射運動に作用する比率

しかるに現在の水理学理論のみでは，この種 flip bucket 型水叩の放射水脈到達地点や，水脈落下地点における衝撃圧による洗堀，浸食の状況などの予測が困難である．とくに水叩下流の岩盤は，砂岩，頁層で節理割目が多く下流向に傾斜しているので，高流速に対して弱点になるおそれがある．

よりて，水理模型実験を行い，原設計余水吐のもつ水理学的未知の部分とその機能を検討し，経済的で安全な減勢工法を確立せんとするものである．

とくに実験の問題点とするところは，(a) 越流部（越流面および水門橋脚，導流壁）の適否，(b) ダム余水吐越流水に対する有効安全にしてかつ経済的な減勢工法の決定，なる２項目であり，この意味から越流部テストおよび減勢工テストを行う．

このうちとくに重要な問題点は (b) 項であるが，この面については，当初事業所試案として水叩長さ 15.2 m で末端に deflecter を設ける方法が考えられたが，結局原案として，bucket 半径 $R_b=15.0$ m，lip 放射角 $\alpha=20°$，invert 標高 166.50 m とした flip bucket 型の水叩工法が提示されている．これは基礎岩盤の性状，下流河川の状況により，この種減勢工法が安全度および経済性において最善のものと予察されたからである．

したがって本実験においては，この原案に対して修正Ｉ案（$R_b=8.0$m，$\alpha=30°$，invert 標高 166.50m）および修正Ⅱ案（$R_b=6.0$ m，$\alpha=40°$，invert 標高 166.50m）の比較実験を行い，安全かつ経済的な flip bucket を確かめんとするもので，この際各修正案の R_b は，U.S.A. で用いられている標準例[4]を参考にして立案したものである．すなわち川股ダムの場合，いわゆる“設計水頭” $H_0=3.0$m，越流ダム高さ $D=19.55$ m を用いると bucket 半径は約 $R_b \fallingdotseq 8$ m，設計越流水深 $H_d=2.2$ m と $D=19.55$ m を用いると $R_b \fallingdotseq 6$ m と概算判読されるので，この２案を採用してみた．この際 bucket の各部名称は図１に示す一般 bucket 形状に準拠した[5]．

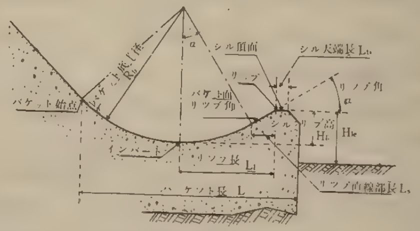


図１　一般的バケット形状

(3) 模型の製作，装置および観測器具

1.　相似律および縮尺比

模型製作にあたって，原型と模型の相似関係は，流れの性質関係から重力の卓越する場合の Froude の相似律によることとし，縮尺比は原型ダムおよび河川の落差と模型実験施設の最大落差の関係，さらに実験最大流量（異常洪水量：原型 $Q_p=75.0\ m^3/sec$，模型 $Q_m=15.2\ l/sec$）と実験施設の流量限度（約74 l/sec）の関係などから，幾何学的に縮尺比 $N=30$ を採用したが，これは Eisner[6]の開水路における縮尺比限界「$N \leqq 30\sim50(VA/P)^{2/3}$」の範囲内にある．

いま Froude の相似率にしたがって縮尺比 1：30 を採用し，各事項および設計によって与え えられた余水吐に関する原型と模型の寸法比を示すと表２，表３となり，量水堰越流水深と模型ならびに原型流量の関係曲線を示したのが図２である．

表(2)　原型と模型の相似律　　(縮尺比1：30) Froude

事項	符号 原型	符号 模型	原型を1とした場合 原型	原型を1とした場合 模型	模型を1とした場合 原型	模型を1とした場合 模型
長さ	L_p	L_m	1	30^{-1}	30	1
面積	A_p	A_m	1	30^{-2}	900	1
体積	M_p	M_m	1	30^{-3}	27,000	1
流速	V_p	V_m	1	$30^{-0.5}$	5.477	1
流量	Q_p	Q_m	1	$30^{-2.5}$	4,929	1
時間	T_p	T_m	1	$30^{-0.5}$	5.477	1
勾配	I_p	I_m	1	1	1	1
勢力	E_p	E_m	1	$30^{-3.5}$	149,895	1
抵抗	F_p	F_m	1	30^{-3}	27,000	1
仕事	W_p	W_m	1	30^{-4}	810,000	1
粗度	N_p	N_m	1	$30^{-1/6}$	1.7267	1

表(3)　原型と模型の寸法　　(縮尺比1：30)

事項		符号	1/5年 洪水 $Q_{(5)}$	1/10年 洪水 $Q_{(10)}$	異常洪水 $Q_{(max)}$
計画洪水量		Q_p(m³/sec)	25.8	32.3	75.0
		Q_m(l/sec)	5.2343	6.5530	15.2160
越流幅員		B_p(m)	11.5	11.5	11.5
		B_m(m)	0.383	0.383	0.383
単位幅流量		q_p(m³/sec/m)	2.243	2.809	6.522
		q_m(l/sec/m)	0.1366	0.1711	0.3973
越流水深		H_p(m)	1.10	1.25	2.20
		H_m(m)	0.037	0.042	0.073
頂部限界水深		h_{cp}(m)	0.733	0.832	1.467
		h_{cm}(m)	0.024	0.028	0.049
クレスト流速		V_p(m/sec)	3.060	3.376	4.446
		V_m(m/sec)	0.558	0.616	0.812
ダム高 (インバートよりクレストまで)		D_p(m)	19.55	19.55	19.55
		D_m(m)	0.652	0.652	0.652
インバート流速		V_{ip}(m/sec)	16.02	16.52	18.63
		V_{im}(m/sec)	2.924	3.016	3.401
インバート水深		h_{ip}(m)	0.14	0.17	0.35
		h_{im}(m)	0.0046	0.0056	0.0116
バケット半径	原案	R_p(m)	15.0	15.0	15.0
		R_m(m)	0.5	0.5	0.5
	修正Ⅰ案	R_p(m)	8.0	8.0	8.0
		R_m(m)	0.267	0.267	0.267
	修正Ⅱ案	R_p(m)	6.0	6.0	6.0
		R_m(m)	0.20	0.20	0.20
リップ放射角	原案	α_p(m)	20	20	20
		α_m(m)	20	20	20
	修正Ⅰ案	α_p(m)	30	30	30
		α_m(m)	30	30	30
	修正Ⅱ案	α_p(m)	40	40	40
		α_m(m)	40	40	40

添字 p, m はそれぞれ原型，模型を示す.

2.　模型の製作と装置

模型の主要構造は，ダム上流貯水槽，ダム越流部および下流河谷（ダム軸より 125 m まで）からなる．ダム上流貯水槽は実験場の都合上コンクリートブロックを積上げて築造し，ダム越流部（余水吐越流部および水叩部）は木製（ホウ材）ラッカー塗となし，下流河川部（原案水叩端より 95 m）はコンクリートブロックを積み上げ，事業所作製の 1/200 ダム付近地形図をもとに裏込めの砂利上を荒仕上げのセメントモルタル面となした．

この際与えられた地形図は，1/200，等高線間隔は 1 m のものであり，模型製作上の便宜から，ダム軸および河川方向を軸にして 5 m 方眼を組み，横軸（ダム軸に平行）方向について 1/200 横断面図を作製し，さらに厚さ 0.5 cm のベニヤ板に 1/30 の縮尺で横断面図を作製，これを鋸で切って模型の上型と下型を作った．この場合主として上流側では上型を使用し，下流側は下型をそのまゝ埋込んで河川部模型を完成した．また越流部にはラッカー塗の後ダム軸に平行な測線（原案22，修正Ⅰ案23，修正Ⅱ案24）を記入し，下流河川部では地形図と対照できるように，原形で 5 m 方眼を記入した．

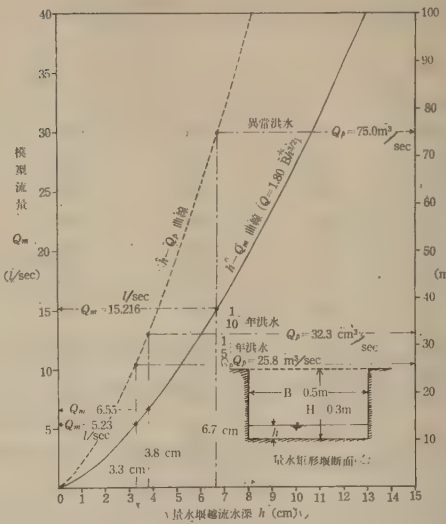


図2　量水短形堰越流水深と原型ならびに模型流量の関係

また越流部や bucket 底面圧力測定のため，各測線ごと中央部（pier のある部分は各 pier 中央部に交互，下流 bucket 部分では bucket 幅中央部）に真ちゆう製 piezometer（径 1 mm 円孔のある内径 5 mm，外径 7 mm，長さ 20 cm）を作製して板に直角に取付け，これをビニールパイプで manometer に導いて圧力水頭を読取った．

その他コンクリートブロックやモルタル部と木製のダム越流部，水叩部の接合部にはゴム粘土を用いて接着，漏水を防いだ．

さらに落下水脈の衝撃圧測定法には，その水脈落下点岩盤上に特殊圧力計（エンジン指圧計）を設けて，抵抗線動的歪計を通じて電磁オシログラフに記録する方法[7]があるが，予算の都合で一応落下水脈点下流側の定性的洗掘実験として，水叩下流側河川部に，原案水叩下流端標高 166.905 m まで，d＝20〜70 mm の礫をしきつめ，異常洪水量による一定時間（5分）後の洗掘状態を観測した．

3.　観測用器具

水位測定には 1/10 mm 読みの土研型鉛直 point gauge を用い，さらにダム越流部や bucket 部の斜面の水深は，鉛直水深ではなく面に垂直な水深を観測する必要があるので，農水研斜面用 point gauge を使用した．

流速測定には pitot tube，流量測定には量水短形鋭縁堰（B＝0.5 m），圧力測定には真ちゆう製 piezometer（孔径 1 mm）を用い，その他流れの状況観察や洗掘試験などには写真撮影（35 mm，8 mm），スケッチなどによる記録を用いた．

4.　実験の進め方

実験は，過去41年間の最大日雨量記録によると超過確率 1/10 年日雨量（211.4 mm）以下のものが約 92.7% を占めており，さらに過去 45年 雨量記録から計算により求めた 5 m³/sec 以上洪水量調査によると（表 4 参照），30 m³/sec 以下の洪水量が約 99.1% を占めているので，一応 10年 洪水量 Q_p＝32.3 m³/sec を中心にして，Q_p 25.8 m³/sec，Q_p 75.5 m³/sec を実験対象流量としたが，特定の場合には 100 年洪水量 Q_p 62.0 m³/sec についても行った．

実験は越流部テストと減勢工としての bucket 部テストに分けられるが，この際越流部については原設計案が示されているので，これにもとづいて検討を行ったが，bucket 部分については，原設計案としての R_b＝15.0 m，α＝20°，修正Ⅰ案（R_b＝8.0m，α＝30°），および修正Ⅱ案（R_b＝6.0 m，α 40°）の模型を測線 No. 11 からそ

れぞれ取替えて，水位，流速，圧力，洗掘などを中心にしてその優劣を検討した．

表(4) 雨量ならびに洪水量調査表

（自大正4年至昭和34年）

洪水量 (m^3/sec)	降雨量 (mm/day)	45年間出現日数		備考
		(日)	(%)	
5～7	32.7～45.8	145	42.0	洪水量 Q_p は
7～10	45.8～65.4	102	29.5	$r_t=0.2295\,x_i$
10～12	65.4～78.5	29	8.4	$Q_p=0.22778\,fr_tF$ より計算
12～15	78.5～98.1	32	9.3	r_t ：雨量強度
15～17	98.1～111.2	9	2.6	x_i ：降雨量
17～20	111.2～130.8	12	3.5	Q_p：洪水量
20～30	130.8～196.2	13	3.8	f ：流出率 (0.8)
30～50	196.2～327.0	1	0.3	F ：流域面積
50<	327.0<	2	0.6	
計		345	100	

(4) 実験および観察

実験のうち定量観測を行ったものは，水位（水深），流速，圧力などで，それぞれ point gauge, pitot tube, piezometer を用い，他は大部分観察を主とする定性的なもので，スケッチおよび写真撮影によった．実験はまず原設計案について行い，その結果によって特に bucket 部分を改変した修正設計2案について3段階に行った．

3実験を通じて各種流量の場合における余水吐全般にわたる流況を観測したが，特に詳細に検討した部分はつぎの諸点である．

a． 越流部における水深と流速および圧力

b． Bucket 部における水深，流速および圧力

c． 下流河川部における水深．流速および洗掘状況

1． 原設計案越流部テスト

越流部の形状は図3に示され，観測としては，水位として crest 越流水深，越流水脈，流速として各測線の越流面付近と crest の鉛直分布，さらに越流面堤体圧力は各測線ごと設置した piezometer 付近について観測した．いまその結果について検討すると，

a) 流量係数 C が Creager のそれに比して極めて小さい．

いま実測した流量 Q と流量係数 C の関係を次式から求めて示したのが図4であり，その

$$Q=CBH^{3/2} \qquad \cdots\cdots (6)$$

ここに
- Q：流量 (m^3/sec)
- B：越流幅 (m)
- C：流量係数 (m, s 単位)
- H：越流水深 (m)

実験条件が類似している桝沢ダム模型実験[8]による実測値と同一曲線にのっていることは興味ぶかい．

この際計算はすべて原型値をもって行ったが，異常洪水量 $Q_p=75.0\ m^3/sec$ において $C=1.92$，10年洪水量 $Q_p=32.3\ m^3/sec$ で $C=1.79$，および5年洪水量 $Q_p=25.8\ m^3/sec$ で $C=1.75$ となる．

いま越流面は図3に示すごとく Creager の曲線に近似的に一致しているので，Creager による $Q-C$ 曲線を併記してみると，$Q_p=75.0\ m^3/sec$ において $C=2.13$ であり，縮尺比 1：30 の模型によって測定計算した値よりかなり大きい値を示すことがわかる．またこの傾向は観測範囲全般に生じており，一般に C の観測値は，桝沢ダムでの場合と同様に Creager の値より大体0.20低いものといえるだろう．

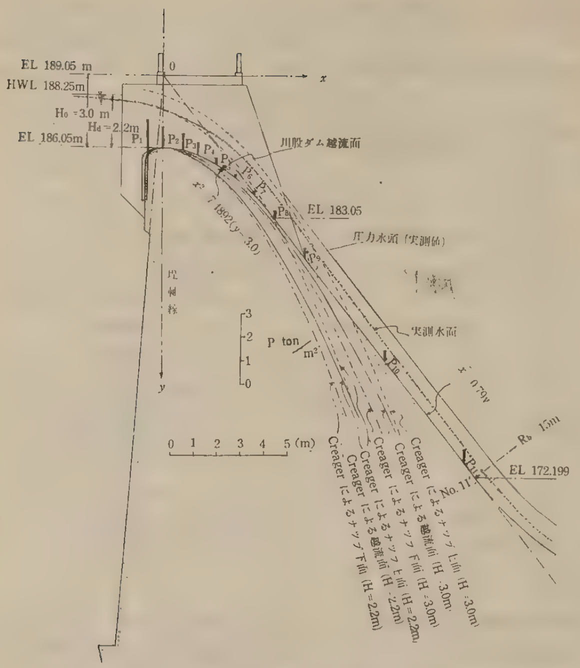


図 3　川股ダム越流部の検討

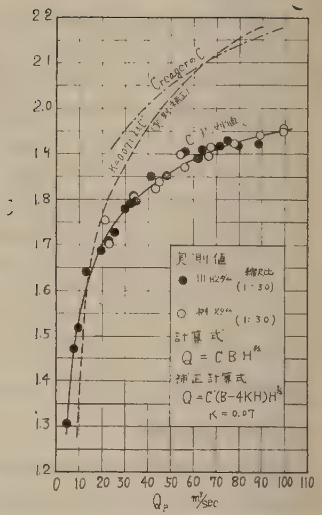


図 4　川股ダム越流量係数

これらの原因としては，まず一般に越流部曲面が Creager の越流面より張出していること，越流水深が小さいために，いわゆる設計水頭（基本三角形頂点より crest まで，3.0 m）が設計越流水頭（水理学的な設計水頭，2.2 m）の 136 % となっていることなどが考えられる．さらに各越流水門の幅員（B=5.75 m）が越流水深および pier 幅員（b=1.5 m）に比較して小さいために，水門橋脚による収縮の影響が著しいことも考えられる．

いま観測した C 値低下の原因を，すべてこの収縮の影響と仮定して，収縮係数 K=0.07 を用いて (7) 式[9]から C' を計算した結果を図 4 からみると，川股ダム余水吐における Q_p=75.0 m³/sec

$$Q=C'(B-NKH)H^{3/2} \qquad (7)$$

ここに
- Q：流量（m³/sec）
- B：全有効越流幅（m）
- C'：補正流量係数（m, s 単位）
- H：越流水深（m）
- N：収縮数 (4)
- K：収縮係数（0.07 採用）

なる場合の収縮係数は大体 K=0.07 となって一般のそれよりかなり大きいようあでる．ちなみに，原案において橋脚柱先端による収縮を小ならしめるため，その先端に Creager の曲線形状を用い，2 径間となして一応脚柱による収縮を考慮し，収縮係数は K=0.03 を用いて全有効越流幅を 11.5 m と決定している．

さらにH/H_d（H：越流水深 m，H_d：設計越流水深 2.2 m）と流量係数 C の関係を示したのが図 5 で，その実測値より次式がえられる．

$$C=1.95(H/H_d)^{0.18} \qquad (8)$$

これによると，実測値が比較的よく曲線にのっていることがわかる．ただ $H/H_d<0.4$ または $H/H_d>1.0$ において多少実測値が曲線から外れるようであるが，この際 $H/H_d<0.4$ では模型において $H<3$ cm となるから，水位測定の実験誤差や表面張力の影響によるものと考えられる．この際鎧畑ダム余水吐（模型1/60，3 径間）[10]，田

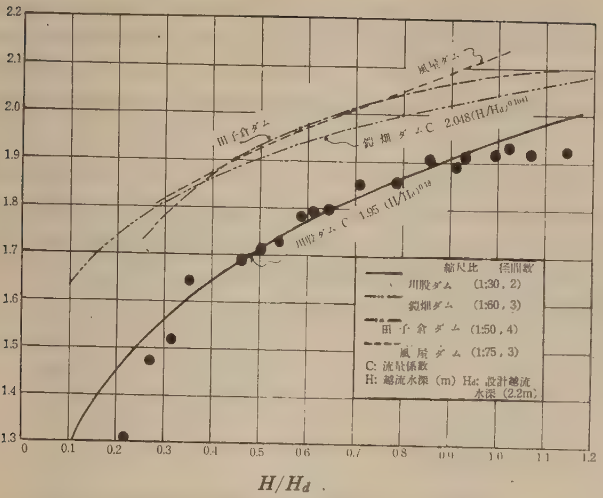


図5 越流水深と流量係数の関係（H/H_d-C 曲線）

子倉ダム余水吐（模型1/50, 4径間）[11], および風屋ダム余水吐（模型 1/75, 3径間）[7] における各模型実験実測資料を図5に併記したが, 何れも本実験より模型縮尺比が大きく, その C 実測値も大きい.

b) 越流直線部の導流壁高さは原案 (1.0 m) で十分と考えられる.

異常洪水量 $Q_p=75.0\,\mathrm{m^3/sec}$, 10年洪水量 $Q_p=32.3\,\mathrm{m^3/sec}$, および5年洪水量 $Q_p=25.8\,\mathrm{m^3/sec}$ における, 原案越流水脈各 section の水断面図は図6のようであり, この結果よりすれば $Q_p=75.0\,\mathrm{m^3/sec}$ の場合でも, 勿論導流壁の高さは十分である. しかしながら, これは模型実験による原型換算値であるから, 実際原型では相当量の空気連行が考えられる. このような空気連行流においては, 空気の混入によって見かけの流水断面積が増加してくるから, その影響を考えて導流壁の高さを決めなければならない. しかるに, 空気連行流そのものの特性解析が未完成である現段階では適確な決定が困難であるが, 一応 Hall や Gumensky[12] の式で $Q_p=75.0\,\mathrm{m^3/sec}$ の場合を検討してみよう.

この場合空気を連行しない場合の水面として, 模型による平均実測水面（原型換算値）と Gumensky の図表（m 単位に換算したもの）[13]から読みとった水面をとったが, 図7のごとく両者に相当の差異があるので, 各々について空気連行の場合における修正を行ってみた. すなわちその修正式は(9)式であり

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Gumensky}: & m=1/200\,\lambda\\ \text{Hall}: & m=0.006\,\lambda\end{array}\right\} \quad \cdots\cdots (9)$$

ここに $\begin{cases} m=\text{空気/水}=\text{容積比} \\ \lambda=V^2/gh\ (\text{動流因数}) \end{cases}$

したがって, それぞれ(10)式から空気連行時の修正水深 h' が求まる.

$$h'=(1+m)h \quad \cdots\cdots (10)$$

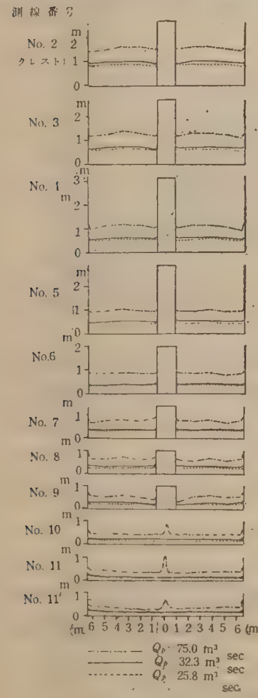


図6 越流水脈横断図
（垂直方向の原型換算測定値）

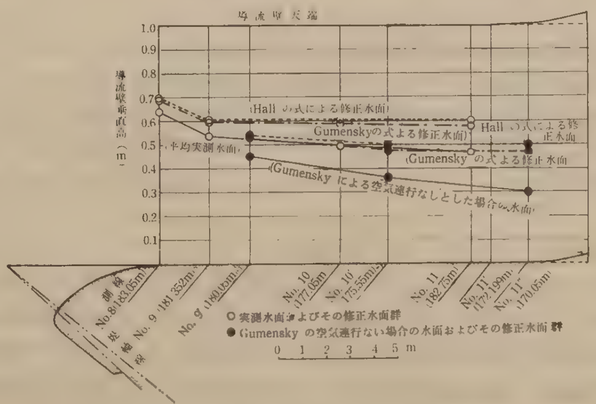


図7 余水吐導流壁余裕高の検討

この修正に当って，まず実測値の場合は，原型換算した平均実測水深 h および平均実測流速 V を用い，また他は GUMENSKY の図表から読みとった空気連行しない時の水深 h および流速 V をとったが，それでも図7に示すがごとく一応導流壁にはまず余裕があると思われる．

しかるに，導流壁付近実測水面からみると，測線 No. 8 付近（pier 端と導流壁接合点）のみは緩和曲線で多少嵩上げした方が安全と考えられる．

c) 原案越流部には負圧発生の心配はない．$Q_p=75.0\ m^3/sec$，$Q_p=32.3\ m^3/sec$ および $Q_p=25.8\ m^3/sec$ について，それぞれ圧力分布を測定したが，各流量とも分布の傾向が類似しており，越流部において負圧は発生しない．図8は各実験流量における越流部の圧力分布および水位曲線を示すもので，各測点に越流底面流速も併記してある．この際の圧力は越流面中央測点における値で，水位および流速は各測線の平均値を示すものである．

さらに，crest における流速分布（実測値原型換算）を示したのが図9である．

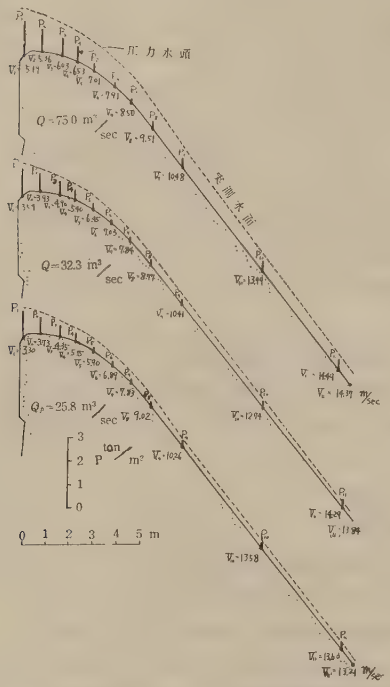


図8 越流部の水位，圧力および流速分布図

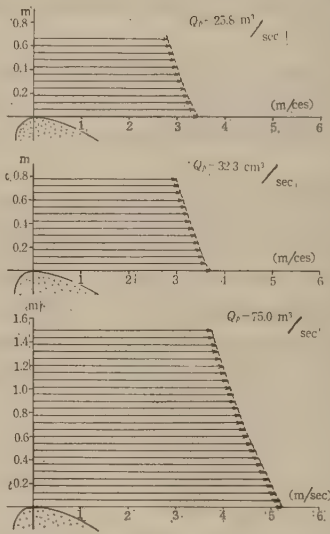


図9 Crest の流速分布図（実測値原型換算）

d) 中央部 pier による悪影響は少いように思われる．ただ中央 pier 下流の直線越流において，盛上りを生じることは確かであり，この盛上りは流量増加に伴って著しく，異常洪水量 $Q_p=75.0\ m^3/sec$ の場合には図6のごとく越流面中央付近に原案導流壁高 1 m に相当する盛上りを生じている．またこれら中央 pier は水叩端からの放射水脈の平面形状を変化させるが，この変化は流量が小さくなるほど著しくなる．

以上越流部テストの結果を総合すると，とくに原案の設計変更を絶対的に必要とする点は見受けられないようである．

2. 減勢工テスト（原案，修正Ⅰ，Ⅱ案）

原案（$R_b=15.0$ m，$\alpha=20°$）に対して修正Ⅰ案（$R=8.0$ m，$\alpha=30°$）および修正Ⅱ案（$R=6.0$ m，$\alpha=40°$）について，各流量における bucket 内水位，流速，圧力さらに放射水脈，下流河川部における水位，流速の測定，その他定性的洗掘実験などを試みたが，その結果についてまとめてみると，

a) Bucket 半径 R_b が小さく，lip 放射角 α が大なるほど，放射臨界流量 Q が大きくなる．

いま越流水が bucket の射出端から flip する臨界流量をみると，原案（$R_b=15.0$ m，$\alpha=20°$）で約 5 m³/sec.

修正Ｉ案（$R_b=8.0$ m, $\alpha=30°$）で約 10 m³/sec, また修正Ⅱ案（$R_b=6.0$ m, $\alpha=40°$）で約 15m³/sec のごとく. bucket 半径 R_b が小さく，したがって lip 放射角 α が大きくなるほど，放射前進臨界流量（越流し始めの放射臨界流量，すなわち当初 bucket 内に pool を生じ跳水を起したのちダム直下にたれてこぼれる様相を示しているものが，放射水脈に移る限界の流量）が大きくなる．この傾向を実験値は少いが今簡単に α/R_b 比と放射臨界流量 Q m³/sec（または単位幅当りの q m³/sec）を示したのが図10で，linear な関係を実験式で示すとつぎのごとくなる．

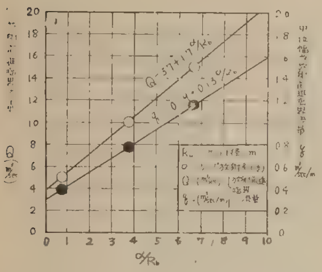


図10　α/R_b 比と放射前進臨界流量の関係

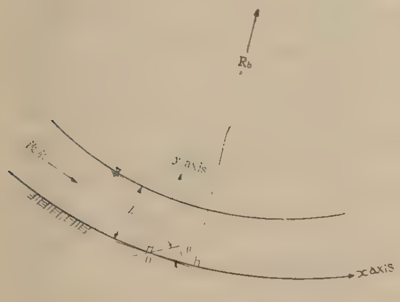
$$\left.\begin{aligned} Q&=3.7+1.7\,\alpha/R_b \\ q&=0.29+0.13\,\alpha/R_b \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (10)$$

以上は放射前進臨界流量であるが，越流の終りの放射後退臨界流量（逆に放射水脈が越流水の減少によりて bucket 内に pool を生じる限界の流量）はこれよりさらに小さく，修正Ⅱ案では，前者が約 15 m³/sec であるのに対し，後者は約 6 m³/sec となる．

以上の現象の起る頻度を過去45年間の降雨資料から検討すると，大体 5 m³/sec は 1/3 年洪水，10 m³/sec は 2/1 年洪水また 15 m³/sec は 1/1 年洪水に相当し，原案では1年に大体8回，修正Ｉ案では1年に大体4回，また修正Ⅱ案では1年に大体2回放射現象を示すことが予想される．（表4参照）

以上の現象は bucket の形状，主として bucket 半径 R_b にもとづく，lip 高 H_l によるものであり，この際原案では sill 頂面がないのに対し，修正Ｉ，Ⅱ案ではそれぞれ 0.5 m の sill 頂面を付したことも多少影響しているといえよう．

この様に越流し始めと終りの少流量の場合（放射臨界流量以下）に，越流水が bucket 射出端から flip することができず，その bucket 内に pool を生じ，ここで跳水を起した後ダム水叩直下にたれてこぼれる現象を示し，ダム直下に多少の洗掘を生じるおそれがある．したがってその対策としては直下部をコンクリートスラブなどで保護する必要があろう．



11図

b) Bucket 面に働く圧力は piezometer により測定し，また比較のため荒木(14) の誘導された式をもとにして計算してみたが，原案，修正案を通じ $Q_p=75.0$ m³/sec でせいぜい約 0.4～0.8 kg/cm² 以下であり，コンクリートの圧縮許容応力に比較しても極めて微少なるものである．

この場合の計算式はつぎのごとき底面に垂直方向の速度分布を無視した近似解(11)式が用いられる．（図11参照）

$$\frac{p_b}{w}=(h-y)\cos\theta+\frac{q^2(h-y)(2R_b-h-y)}{2g(R_b-y)^2(R_b-h)^2\log^2(1-h/R_b)} \quad \cdots\cdots\cdots (11)$$

この際 bucket 面上では $y=0$ であるから，(12)式によって求めた．

$$\frac{p_b}{w}=h\cos\theta+\frac{q^2(h)(2R_b-h)}{2gR_b^2(R_b-h)^2\log^2(1-h/R_b)} \quad \cdots\cdots\cdots (12)$$

こゝに
- p_b ：Bucket底面圧力強度
- h ：底面に垂直な水深
- g ：重力の加速度
- R_b ：Bucket 面の曲率半径
- θ ：Bucket 底面の切線が水平線となす角（流れの方向に向って底面の切線が水平線の下側にくる時を正とする.）
- $w=\rho g$：水の単位体積重量
- q ：Bucket 部単位幅当り流量

この計算にあたっては、bucket 面上の流れの勢力損失を無視し、流れの potential energy の増加がそのまゝkinetic energy の減少になるという仮定のもとに行った。

図12は、piezometer による bucket 面圧力の実測値および⑿式による計算値、その他 bucket 面実測流速分布を示すものであり、この際原案の圧力計算では、piezometer 位置の実測水深 h を用い、また修正Ⅰ案の圧力計算では各測線の平均水深 h_m を用いた。

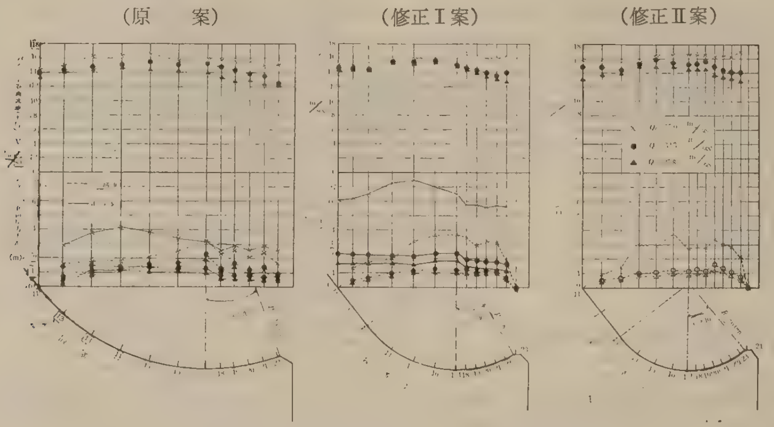


図12　Bucket 面の圧力ならびに速流分布図

これらによると，原案では piezometer 位置の水深実測値を用いたので，計算値の圧力が割合よく実測値にあうが，ただ $Q_p=75.0\ \mathrm{m^3/sec}$ のごとき高流量となると，bucket invert より上流側において多少計算値の方が大きくなる．また修正Ⅰ案では，各測線の平均水深をもって計算したので，各測線中央部に設けた piezometer による実測値とはその傾向は類似するが多少大きくなる（図13参照）．以上圧力の実測ならびに計算結果によると，この程度のダムでは，bucket 面圧力がせいぜい0.4～0.8kg/cm² 以下であり，コンクリートの許容圧縮応力に比較すれば極めて小さい．

c)　放射水脈は大体設計曲線（$K=1.0$ 採用の場合）に近似した様相を示すが，その水脈落下点は，lip 位置が原案に対して上流側に短縮移行したにかかわらず，原案，修正Ⅰ案および修正Ⅱ案の順に α/R_b 比の大なるほど多少下流側となり，最大水脈落下点から検討すると，修正Ⅱ案は右岸側地山迄達して地形上適当でない．

図14に示す放射水脈曲線の描点は，各水脈横断測線ごと9測点の平均値（水脈上面高）を示すもので，実際には水脈面は凹凸を示し，さらに相当上下面幅をもっている．この平均的な水脈表面曲線から求めた各試験，各流量ごとの最大跳水高 H_s および水脈落下距離 L_s を示したのが図15となり，流量の増加に伴う H_s, L_s の増大や α/R_b 比増大に伴う，H_s, L_s の増加の傾向がうかがえる．

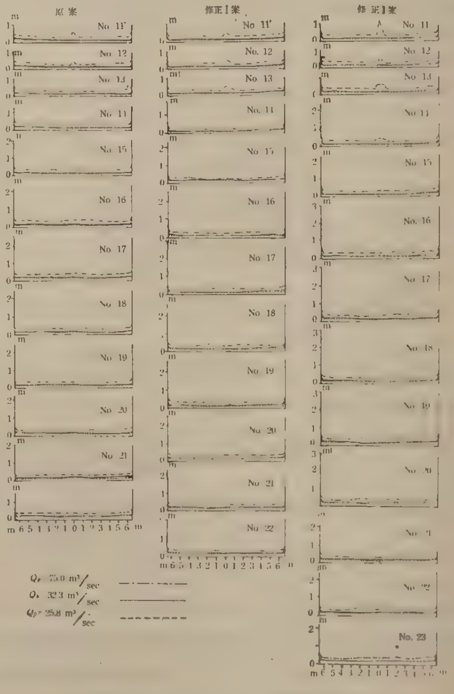


図13　Bucket 部分水脈横断図
（垂直方向の測定値原型換算）

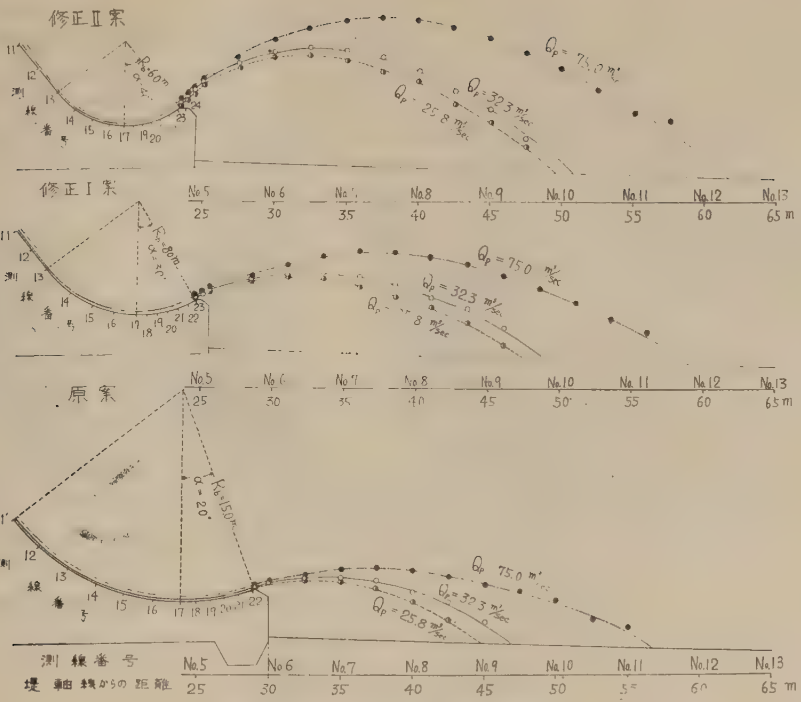


図14　放射水脈曲線図（原型換算値）

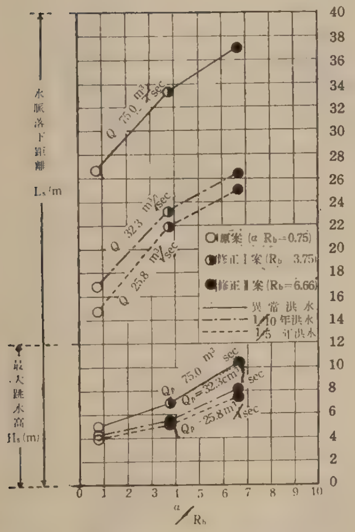


図15　α/R_b 比と水脈落下距離ならびに最大跳水高の関係

以上異常洪水時における最大放射水脈の落下位置から考察すると，原案，修正Ⅰ案では，地形上からみた本計画の許容距離範囲（堤軸線から約 55～60 m）内に大体納まるが，修正Ⅱ案では水脈落下距離が許容距離を over して右岸側地山に達し，地形上適当でない感がする．

d）下流側河川部の河床面流速 V をみると，bucket 半径 R_b が小さく，lip 放射角 α が大きいほど（bucket invert 標高が同一だから）水脈の落下角度がより大となり，この落下角度の大きいほど水脈のもつ流速の鉛直方向の成分 V_v（落下点における洗掘力の主要素）が大となり，水平方向の成分 V_h（落下点下流の掃流力の主要素）は小となる．したがって定性的洗掘実験結果（写真参照）のように原案では放射角 $\alpha=20°$ で落下角度が小さいので，水脈のもつ流速水平成分が大きく，$V_v<V_h$ の関係で落下点下流側の浸食，洗掘が著しいのに対し，修正Ⅰ，Ⅱ案では，lip 放射角が $\alpha=30$～$40°$ のごとく大となるので，その落下角度も漸増し，したがって，$V_v>V_h$ の関係で落下点の衝撃圧は漸増するが，落下点下流側の洗掘が漸減の傾向をたどる．

この際落下点の衝撃圧は測定しなかったが，定性的洗掘実験結果（写真参照）による，$Q_p=75.0\ m^3/sec$ を5分間放流後の洗掘状況を観察すると，原案では落下点下流側最大流速線にそって浸食溝を形成したにかかわらず、修正Ⅰ、Ⅱでは水脈落下点付近のみ cut するのみで下流側の cut がみられない．

この様な現象の起る原因は，図16（a. b, c）に示す河床面流速分布図や図17に示す河床面最大流速値から明らかな様に，原案では，落下水脈の流速水平成分が主動的となるから，とくに $Q_p=75.0m^3/sec$ の場合 10 m/sec 以上

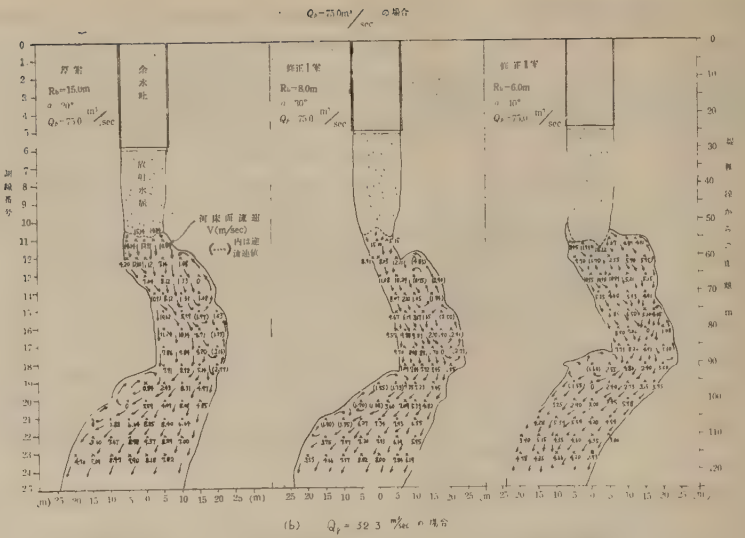


図 (16—a)
河床面流速分布図
(Q_p=75.0m³/sec)

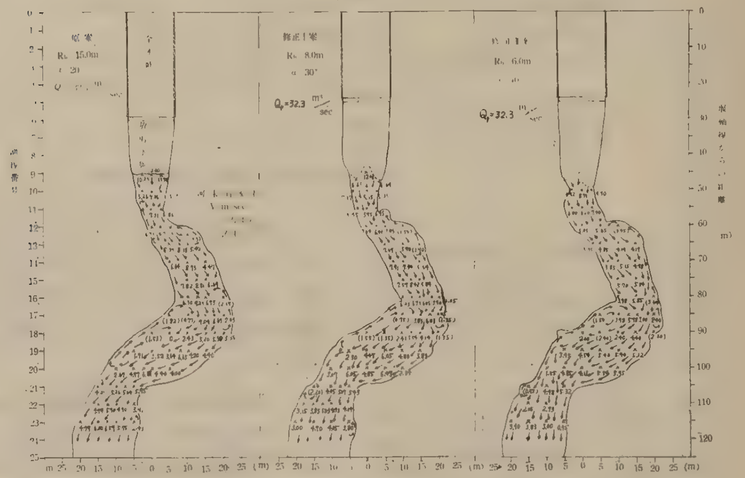


図 (16—b)
河床面流速分布図
(Q_p=32.3 m³/sec)

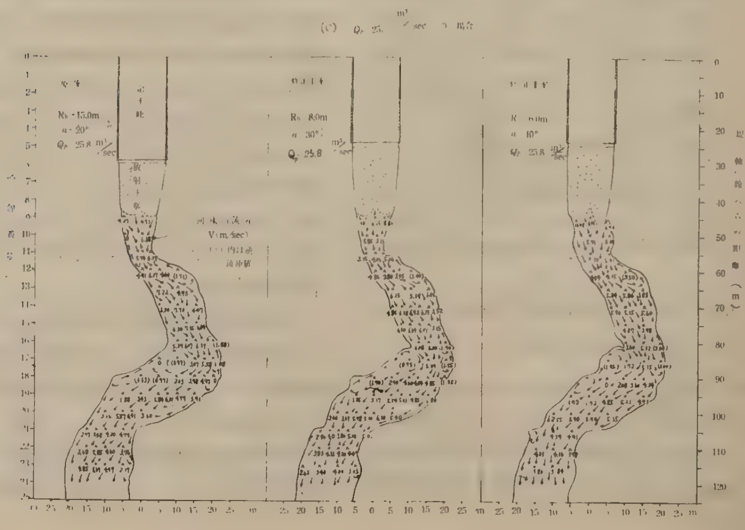


図 (16—c)
河床面流速分布図
(Q_p=25.8 m³/sec)

の高流速を相当長距離にわたって生じ，洗掘の危険性が著しいのに対し，修正Ⅰ案さらに修正Ⅱ案となるにしたがって，落下水脈の流速鉛直成分が主動的となるから，漸次減速されて，下流側の洗掘危険性も低下してくる.

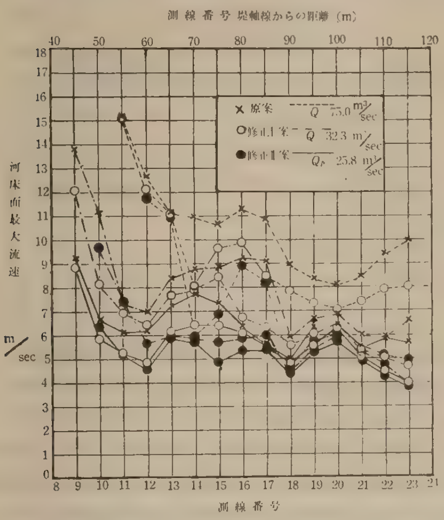


図17　河床面最大流速分布図（実測値原型換算）

また過去の降雨記録にもとづいた洪水頻度をみると，約 $Q_p=30\ m^3/sec$ 以下の洪水出現頻度が約 99 %を占めていることから，常時下流河川部の浸食，洗掘を対象にして検討すると，流量 $Q_p=32.3\ m^3/sec$ の場合における流速分布からみて，原案では最大約 10m/sec 近くの高流速を生じているのに対し，修正Ⅰ案では約 8 m/sec 以下となり，修正Ⅱ案では，せいぜい約 6m³/sec 以下となって洗掘の心配が急減する.

さらに下流側河川部の流況を図18 (a, b, c) に示す河川横断流況図や写真からみると，水脈落下直下（測線 No. 12〜No. 14 付近）の右岸側地山の盛上りや，その下流左岸地山（測線 No.18〜No. 19 付近）の盛上りは，とくに $Q_p=75.0\ m^3/sec$ の場合修正Ⅱ案が最も大きいのに対して，さらに下流左岸側（測線 No. 21 付近から下流）の水域拡大は，原案が最も小さくなってくる.

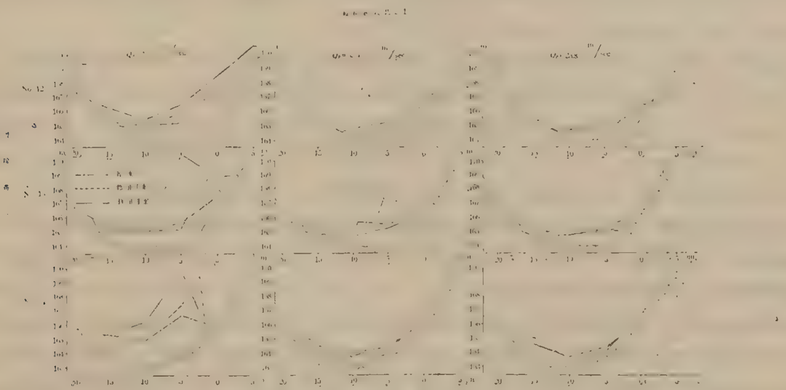


図 (18—a) 河川流況横断面図（測線 No. 12〜No. 14)

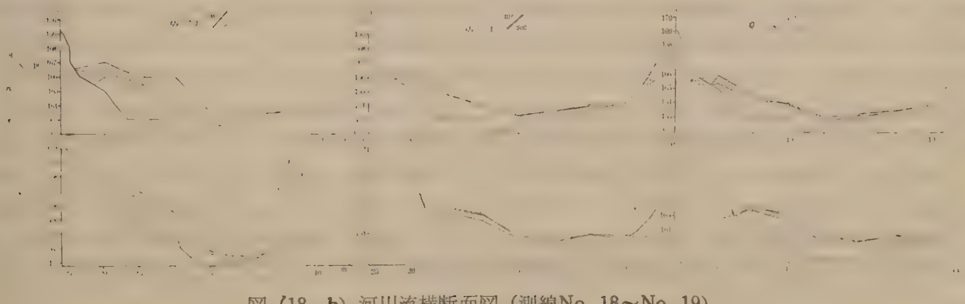
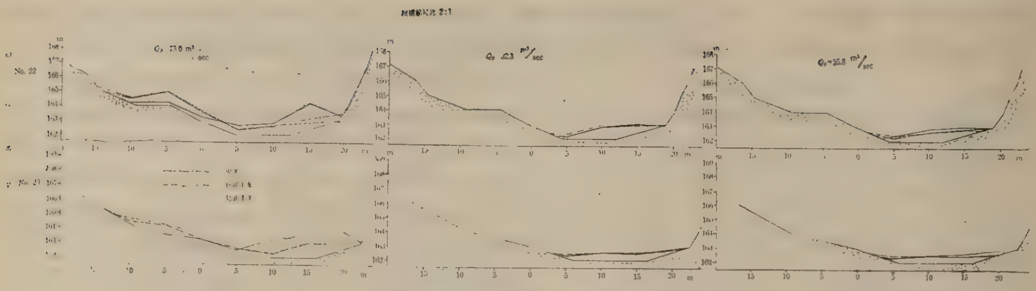


図 (18—b) 河川流横断面図（測線No. 18〜No. 19)



図（18—c）河川流況横断面図（測線 No. 22〜No. 23）

(5) 実験結果の考察

以上，原案，修正Ⅰ案および修正Ⅱ案の僅か3種模型実験であるが，現地に採用せんとする主として減勢工法に関する考察をしてみよう．わが国においては余水吐減勢方式として，flip bucket 型が採用されたのはごく最近のことで重力式ダムにこの種方式を採用することは，他工法に比較して著しく建設費が削減されることなどの点から今後ますます採用されるすう勢にあり，すでに主として発電用ダム（たとえば，奥泉，黒又，奥只見，風屋，上椎葉ダムなど）に採用されている．Flip bucket 型水叩の特性はいうまでもなく多量の energy を有する dam crest からの落下水を上向きの buckt で受け，これをダム下流端から遠く flip させてダム本体の安全性を確保することにある．したがってわが国のごとく河幅が狭く単位幅当りの洪水量が大きい地点でこの種余水吐工法を採用する場合には，越流水脈の落下点付近下流の河川原型をある程度変形させることは当然まぬがれぬことである．

この様な意味から flip bucket 型水叩の採用にあたってとくに考慮することは，水脈が河床に落下した後の洗堀が下流河川にどのような影響をおよぼすかということである．

一般に水脈落下点にはある程度の洗掘を生じ，この際洗掘されたズリが落下点下流にタイ積するに至る．この洗掘深さやズリのタイ積高さがある値に達すると，それによって形成される water cushion により落下水脈の kinetic energy の大半が減殺され，洗掘は平衡状態に達して止まるものと考えられる．かかる場合河床の洗掘進行中にとくに問題とされることは，その山腹におよぼす影響である．この点，川股ダムの場合，堤軸線より下流側約 60 m 付近から左折蛇行して右岸側に急傾斜の地山が突出しており，問題となってくる．

河床そのものの洗掘が比較的早く平衡状態に達することは経験および実験的に推定できるが[7]，山腹の崩壊は地山の stability にも関連して，おそらく洗掘に比して大なるものと推定され，突然の山崩れは河川を堰止めて，下流側に悪影響をおよぼす結果が予想される．

以上の問題は水脈をいかなる位置にどのような状態で落下させればより安全であるかということになる．このことはダムや下流河川の地勢特性によって決まるもので，その水脈落下状態を規制する具体的な要素は，ダムの高さ，単位幅当りの洪水量，放射端の位置，bucket 半径 R_b，lip 角 α などであり，これらの諸要素とダム下流側の地形，地質を考慮してもっとも適合する型を選定する問題に帰着する．まず越流部テストの結果では，前述のように原設計案で何等差支えないように思われるが問題は減勢水叩部分にあるのではないだろうか．この点現地に最も適したbucket 半径 R_b，invert 標高および bucket 放射角 α などの判定は，さらに多くの修正案により検討する必要があるが，原案に対して bucket 半径 R_b は短縮してもその水理学上および構造上ほとんど支障がないものと思われる．この際，bucket invert 標高および放射角 α は水脈の落下状態（主として落下点位置および落下角度）を規制するものであり，本計画では，最大水脈落下点は原案 bucket 端から約25〜30 m（堤軸線から約55〜60m）以内に納めなくては，地形上適当でないように思われる．この点 flip bucket の放射角は一般に $\alpha=20〜45°$ の範囲が用いられているが本実験からみると，本計画の地形，地質面から制約されるところの，水脈落下点付近において，洗掘力の多少の増加をみても，その洗掘範囲を限定し下流側河床の掃流力をできるだけ小さくして，下流側河川原形をなるべく乱さないようにするには，大体 $R_b=8.0$ m，$\alpha=30°$ となした修正Ⅰ案程度が適当と思われる．

さらに原案に対して各修正案は bucket が短縮されることで，工事費の面からみても修正Ⅰ案で約 100万円，修正Ⅱ案で約 110 万円安くなり，この点からみても経済的で有効安全な減勢工法として，修正Ⅱ案が当局に採用されるに至っている．

Ⅳ あ と が き

Bucket 型水叩が近年多くのダムに用いられるようになってきたが，とくに放射式水叩 flip bucket に関する水理機能はまだほとんど未解決である．

この報告は，川股ダムに採用されんとしている余水吐に関する水理模型実験結果を示すもので，まず越流部形状に関する実験では，原設計案の絶対的な変更を必要としないことを確かめた．

つぎに減勢工法の実験では，原案（$R_b=15.0$ m，$\alpha=20°$）に対して修正Ⅰ案（$R_b=8.0$m，$\alpha=30°$）および修正Ⅱ案($R_b=6.0$ m，$\alpha=40°$)の3実験を試み，川股ダムの場合，より経済的で有効，安全な減勢工法として，bucket 半径 $R_b=8.0$m，lip 角 $\alpha=30°$ なる flip bucket が適切であることを明らかにした．

参 考 文 献

(1) 前川忠夫，上原勝樹，山内一郎：水理模型実験報告(1)，香川農大学術報告 **7**，(2)，198 (1956)

(2) 香川県土地改良課：川股ダム設計書，(1960)

(3)国際大ダム会議日本国内委員会：ダム設計基準，(1957)

(4) Creage, W. P., Justin, J. D., and Hinds, J.: Engineering for Dams (Vol. II, Concrete Dam), 375 (1947)，または設計基準第3部設計，第2篇コンクリート堰堤，150 (1952).

(5) 村幸雄，伊集院敏：バケット型水叩の水理機能に関する実験的考察，土木研究所報告，(98—3)，(1957).

(6) 安芸皎一：河川工学序説，106—117 (1952).

(7) 電源開発株式会社土木部：土木試験報告（風屋ダム洪水吐水理模型実験)，(1959).

(8) 農林省農地局実験研修室：水理模型実験報告（桝沢ダム余水吐実験)，(1960).

(9) 土木学会：水理公式集，67 (1957).

(10) 村 幸雄，荒木正雄：ダム溢流部形状に関する実験的研究，土木研究所報告，(93—6), (1955).

(11) 電源開発株式会社土木部：土木試験報告（田子倉ダム水理模型実験)，(1957).

(12) Gumensky, D. B. Air entrained in fast water effects design of training walls and stilling basin, *Civil Engineering*, **19** (12), (1949).

(13) 石原藤次郎，本間 仁：応用水理学（中Ⅱ)，462 (1958).

(14)荒木正夫：湾曲底面開水路を流れる底面に垂直方向の速度成分を無視できない定常流れ，土木学会論文集，(24)，(1955).

Résumé

The bucket type energy dissipator has recently been used in many dams, but we have a little information of its hydraulic actions.

This report concerns an experiment in hydraulic model test about the spillway of Kawamata Dam.

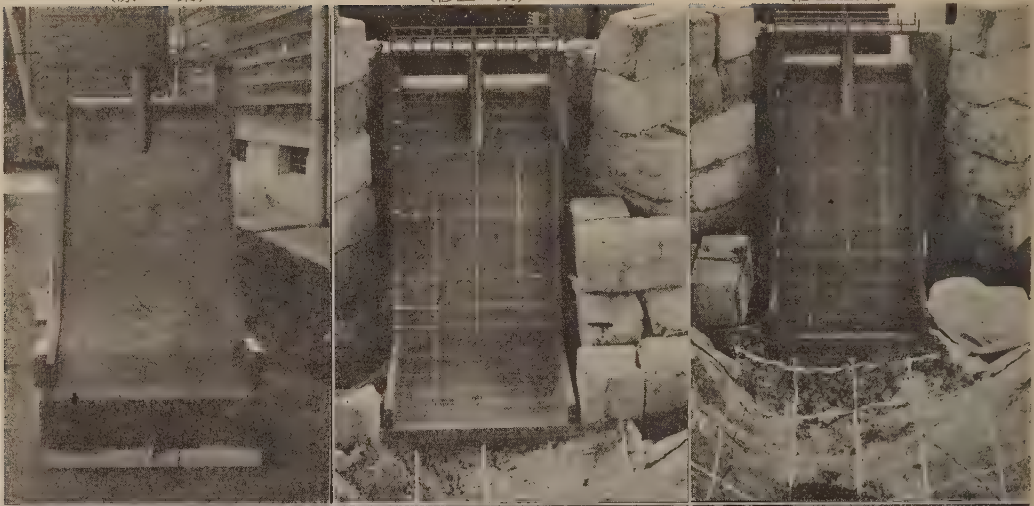
In this paper, we first investigated on the overflow spillway of original draft.

The most important point of this spillway is the energy dissipator. Secondary we investigated those three structural condition in the flip bucket which are designated original draft ($R_b=15.0$ m, $\alpha=20°$) first amendment draft ($R_b=8.0$ m, $\alpha=30°$), and secondary amendment draft ($R_b=6.0$ m, $\alpha=40°$) condition respectively.

As the results of model test on this apron of flip bucket type, it seems that the form of economical and effective safe is $R_b=8.0$ m (R_b: radius of bucket bed), $\alpha=30°$ ($\alpha°$: angle of lip).

(Received November 30, 1960)

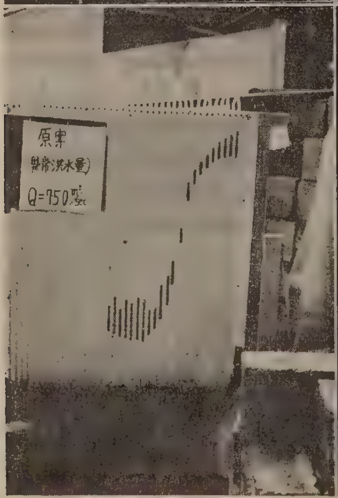
（原　　案）　　　　　　（修正Ⅰ案）　　　　　　（修正Ⅱ案）



写真(1)　余水吐模型

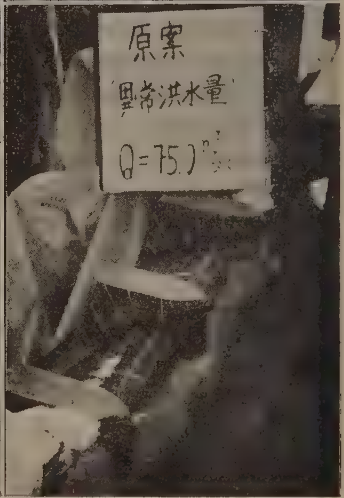
写真(2)　放射臨界流量

右（修正Ⅱ案放射開始）
中（修正Ⅰ案放射開始）
左（修正Ⅰ案放射前流況）



写真(3)　圧力分布測定
（トルオール使用）

写真(4)　原案越流部の流況
$Q=75\mathrm{m^3/sec}$（中央部盛上り）



写真(5)　原案クレスト越流状況
$Q=75\mathrm{m^3/sec}$

(Q_p=75.0m³/sec)　(Q_p=32.3m³/sec)　(Q_p=25.8m³/sec)

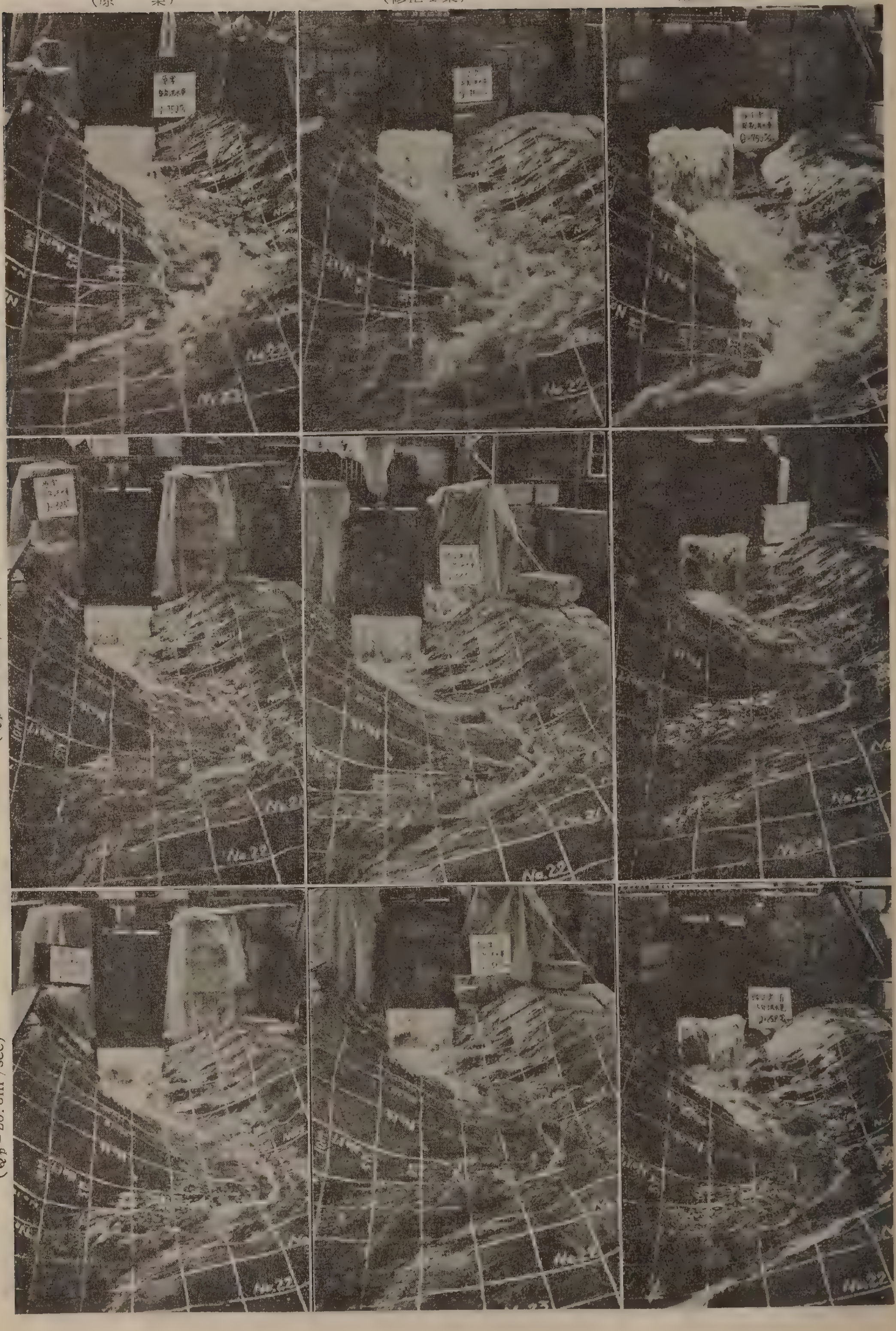
（修正II案）

（修正I案）

（原　案）

写真(6)　放射水脈の流況

(原　案)　(修正Ⅰ案)　(修正Ⅱ案)



(Q_p - 75.0m^3/sec)

(Q_p = 32.3m^3/sec)

(Q_p - 25.8m^3/sec)

写真(7) 放射水脈および下流河川の流況

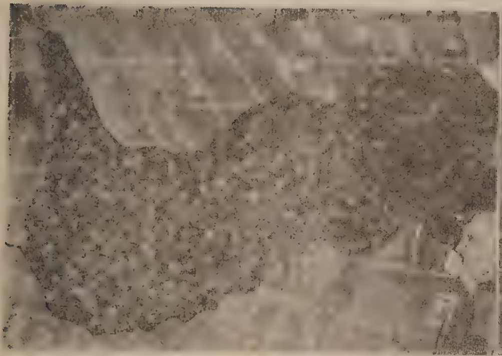
写真(8) 放射水脈および下流河川の流況

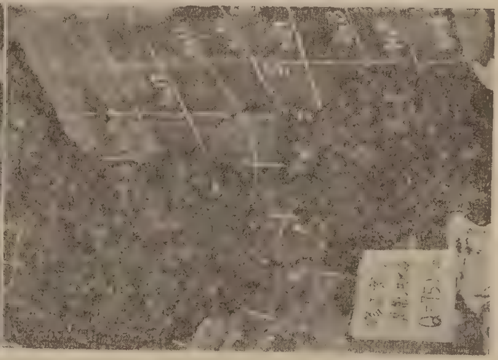
写真(9)　定性的洗堀試験（Q_p75.0 m³/secを5分間放水）

試　験　前　　　　　　　　試験五分後の洗掘状況

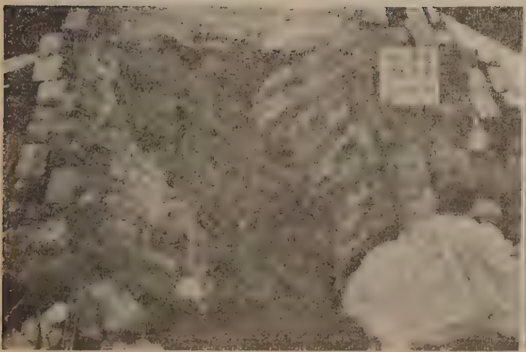
（原　　案）

（修　正　I　案）





（修　正　II　案）



短時間の蒸発散量の間接的評価について

― 空気力学的方法の検討 ―

井　上　裕　雄

Indirect method of evaluating the rate of evapo-transpiration within short intervals

―― Discussion of the aerodynamical method ――

Hiroo Inoue

【1】 緒　　　言

空気力学的方法により蒸発，あるいは蒸発散量を推算する理論は，先ず Thornthwaite and Holzman[9] により導かれ，Pasquill[4][5][6] や Rider[7] により牧草地等で実証されてきた．そして又一方 Thornthwaite and Holzman 型の理論式は厳密には大気の adiabatic condition において成立するものであるから更に一般の大気状態においても成立する拡張式として，Holzman[1]，Halstead，Lettau[3] 等の研究者によって，幾多の理論的或いは経験的式が提出された．しかし後者の人々により提唱されたものは，複雑さを増し，測定しなければならない事項がまして，もしこれを実際現地に適用して圃場の水分収支解析を論ずるにあたっては困難を生ずる．そして又 Thornthwaite and Holzman 型のものも，その実験的裏付けにおいて残されている問題も多い．例えば裸地や草丈の短い牧草地等において充分満足な結果が得られているけれども，草丈の長い一般作物の畑においては，どうかという点になると理論的には理解し得ても，実験的裏付けがともなっていない．これは作物のある畑での蒸発散量を実測することが困難だからである．

しかしながら水田においても，この方式の採用出来ることが期待されるし，水田の場合，蒸発散量を実測するのが比較的容易であるから，草丈の長い水田での実験に基いて，変形された Thornthwaite and Holzman[9] の蒸発散量推算の式を検討することにした．そしてもしこの式が水田において妥当するものであれば，やはり陸稲等の畑地においても充分満足し得るものであることが期待出来る．あくまで実際圃場に適用するという観点に立って，拡張され複雑さを増した Lettau[3] 等の理論式は一応度外視した．これは又別の機会に検討することにする．更に在来の牧草地等での実験を補足する意味で水稲刈取り後の裸地でも観測したので，これを加える．

【2】 実験場所と期間

空気力学的方法により蒸発散量を推算するには，その圃場が比較的平坦で，広範囲に渡って均一な状態であることが望ましい．たまたま前橋で畑地灌漑の調査に当っていた関係上，旧総社町山王部落の南東約 500m の場所を撰んだ．この水田を中心として，北の方約 500m に山王村の東端があり，東および東南の方向は数 km に渡ってよく見通しがきき，水田が広く続いて，途中小灌木が少し見える

Photo. 1　From experimental paddy field looking south-east

Photo. 2 View of used psychrometers

以外障害物がない．南西の方約 500m に林があり，西方は50m位のところに一部桑畑がある以外は水田として続き遠く榛名山を望む

実験田の水稲品種は農林29号で栽植密度は 9 寸角植えであった．田植は 6 月28日に行はれ，その時の一株の本数は 4～5 本であった．実験期日は 9 月13日から16日までの 4 日間で，その時の水稲の草丈は平均 90～100cm に成長していた．

在来の研究と比較する意味で，水稲刈取後の裸地でも観測を行った．このために撰んだ実験場所は，前者の水田の西約 300m の地点である．この南約 200m の所に林があり，西の方約 60m に小さな桑畑があったが，実験期間中北東ないし東の風が主であったので，障害にはならなかった．北約 400m に旧山王村あり，北東および東の両方向には数 km に渡って障害物なく，よく見通しがきゝ，稲刈も全部終っていた．この地区全体が稲刈り後の裸地そのまゝのところと，麦播きのため耕起整地された地所の連続であった．本実験地は裸地で約 3cm 高さの残株のある少々凹凸の畑であった．観測は11月 4 日から 8 日までの 5 日間であった．この裸地での観測は前報告 (Inoue)(2) と同じ場所期間である．詳細はその報告を参照されたい．

【3】 実 験 方 法

観測方法は，ほゞ前報告 (Inoue)(2) と同じであるが，こゝに一応概要を述べる．

温度および湿度の測定は遠隔操作 thermocouple psychrometer を試作して使ったが，これは Pasquill(5) や Rider(7) の使用したのとほゞ同じ構造である．違う点は排風器として小型直流 4.5 Volt のマグネットモーター (DC—2 型) を各 psychrometer 毎に取りつけポータブルのものとした点である．

一時間の観測で，水田の場合は 4 分間隔で15回，裸地の場合は 3 分間隔で20回それぞれ読みとり，これらの値から一時間平均の値を算出した．気温の読みは 0.1°C まで，乾湿球の温度差は 0.05°C まで一応正確と考えられる．

風速計としては Sanoya cup d-c anemometer を使用して，一時間の全観測中連続カウントさせ，時間平均風速とした．

psychrometer および anemometer はともに，それぞれポールに支持させた．水田の場合は地表より 110，140，180，230，300 cm の 5 点に，裸地の場合は 36、56，86，136，206 cm の 5 点に配置した．従って水田の場合は 4 分間に，又裸地の場合は 3 分間に，これら各高さにおける気温及び乾湿球温度差を読み取ったのである．

水田における蒸発散量の実測には，硬質塩化ビニル製の直径 25cm，高さ 35cm の有底円柱容器を使用した．土壌構造を乱さず，又根を害さぬように配慮して，稲を掘り起し，この容器に入れ，容器上縁が湛水面より 3cm 位高くなるように埋めた．この容器壁に hook-gauge を取りつけて，一時間減水深を測った．この装置を水田中央に設けることは，蒸発散量の代表値を得る点では，必要であるが，そこまで入って行って読みとることは実際上非常に困難で，返って測定読みの誤差を大にする危険があるから，畦畔より 3 列目のところを択び観測に便利にした．本観測では，これを唯一つしか設置しなかったので，いささか不備ではあるが，やむを得なかった．

裸地からの蒸発測定には試作した soil evaporimeter を使ったが，これは内径 10cm，深さ 10cm のものであった．6 個の evaporimeter を測定計器類の影響を受けない場所に任意配置した．この soil evaporimeter に関しては前報告 (Inoue)(2) を参照されたい．この evaporimeter の秤量には感度 0.1gr. 容量 1610gr. の triple beam balance を使用した．

〔4〕 実験結果および解析

空気力学的方法により間接的に蒸発量あるいは蒸発散量を求める式は，最初 Thornthwaite and Holzman(9)

により誘導されたもので，次のように表はされる．

$$E_0=\rho k^2(q_1-q_2)(u_2-u_1)\Big/\left(ln\frac{z_2}{z_1}\right)^2 \qquad (1)$$

こゝで q_1，q_2，u_1，u_2 はそれぞれ高さ z_1，z_2 における specific humidity および wind speed で，ρ は air density，k は KÁRMAŃ's constant である．この式の導入に当っては，水蒸気に対する eddy diffusivity と運動量に対する eddy diffusivity が等置され，しかも風速の垂直分布に対して対数法則速度分布の成立する大気の neutral condition が仮定されている．もし測定を地表面のごく近い層に限定すれば，この層においては近似的に対数法則速度分布が成立するから，eq. (1) によって大気条件の可成り広い範囲に渡って充分蒸発量を計算出来ることが予想される．

更に水田におけるように草丈の長い場合には zero plane displacement (d) を導入して THORNTHWAITE and HOLZMAN(9)の eq. (1) を拡張しなければならない．すなわち

$$E_0=\rho k^2(q_1-q_2)(u_2-u_1)\Big/\left(ln\frac{z_2-d}{z_1-d}\right)^2 \qquad (2)$$

この eq. (2) を使って PASQUILL(6) や RIDER(7) が畑地での蒸発散量を計算しているけれども，蒸発散量の実測値を，作物のある畑地で求めるのが困難なので，単に eq. (2) を使って蒸発散量を計算しただけにとどまり，実測値との比較は行はれていない．eq. (2) は当然水田に対しても適用出来ることが予想されるし，この場合蒸発散量を実測することが比較的容易であるから，この拡張された式の水田えの適用を検討したのである．

しかしながら，eq. (2) に表はれる zero plane displacement (d) の決定が問題である．裸地の場合 eq. (1) でよりから，d は必要でない．d は植生の草丈，密生度に関与することは勿論であるが，同一植生状態のもとにあっても，大気の安定性，風速並びに測定の高さによって変ってくる．この点が難点である．本実験の場合，観測期間が約5日，しかも同一水田の稲を対象としている関係上，d は結局大気の安定性，風速，測定高さに支配される．しかしこれを一々記述し，蒸発散量算出の度毎に d を計算していたのでは，実用化の観点から問題である．d に関する詳細な研究は今後に残す事にする．今回は従って zero plane displacement として大気の neutral condition の時の値をとることにし，測定高さも，余り上方のものを除いた観測値を使用することにした．風速による d の変化については，TANI, INOUE and IMAI8) により報告されているが，今回の実験では地表面 3m の高さの風速が，ほゞ 3m/sec 前後であったから，風速による影響を余り大でないとして，本観測期間中一定の d を採用した．d を決定した方法は次の通りである．

水田における 230，180，140，110cm の四つの高さの風速値を使用し，誤差を小さくするため一つおきの差を取って風速比 r を求める．

$$r=(u_{230}-u_{140})/(u_{180}-u_{110}) \qquad (3)$$

風速比 r の計算結果は Table 1 に表示してある．この風速比 r を大気の安定性を示す RICHARDSON number (Ri) に対して plot する．

Table 1 Wnid ratio and RICHARDSON number in paddy field

Date	Sept. 13th	14th	〃	〃	〃	〃	〃	〃	15th	〃	〃	〃	16th	〃
Observation number	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	24	25
Midtime of observation	18:30	11:45	13:30	15:00	16:30	18:45	20:15	21:30	11:30	12:45	14:30	15:45	9:05	10:45
$\frac{u_{230}\ \ u_{140}}{u_{180}-u_{110}}$ Wind ratio	0.892	0.789	0.776	0.790	0.813	0.900	0.901	0.936	0.776	0.795	0.838	0.822	0.825	0.797
$10^3\times Ri_{170}$	11	−74	−106	−54	−31	28	14	17	−99	−78	−24	−60	−33	−62
u at 300 cm (cm/sec)	224	188	185	210	181	105	168	128	155	191	226	110	155	196
Cloudiness	—	4	7	5	4	4	—	—	5	6	8	9	6	8

$$Ri = g\frac{\partial \theta}{\partial z}\Big/\theta\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \qquad (4)$$

こゝでは g は acceleration of gravity, θ は potential temperature, u は wind speed, z を height 示す. この Ri の値を z=170cm において計算し, Table 1 に示してある. r と Ri_{170} の関係を表はしたのが Fig. 1 である. Fig. 1 に見られるように満足する smooth curve を描き, Ri の値が0となる時の r の値, r_{ad} を読み取る. つまり r_{ad} は adiabatic condition の時の風速比である.

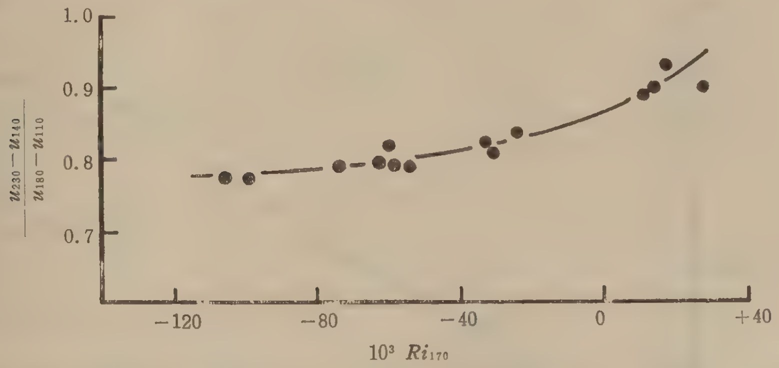


Fig. 1 Relation between wind ratio and RICHARDSON number

adiabatic condition にあっては, 一般に風速の垂直分布式として,

$$u = \frac{1}{k}\sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}\, ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right) \qquad (5)$$

が成立する. こゝで z_0 は roughness parameter, τ_0 は surface shearing stress である. 従って次の関係が存在する.

$$r_{ad} = \frac{u_{230}-u_{140}}{u_{180}-u_{110}} = \frac{\log(z_4-d)-\log(z_2-d)}{\log(z_3-d)-\log(z_1-d)} \qquad (6)$$

z_1, z_2, z_3, z_4 は地表面上の高さで, 夫々, 110, 140, 180, 230cm である. r_{ad} は Fig. 1 から読みとれるから, 数値解法により, eq. (6) の関係から, d の値を求めることが出来る. 本観測結果より r_{ad} 0.85, d 65cm を得た.

さてこのようにして求めた d の値が満足なものであるかどうかは次のようにしてわかる. もし d の値が適当なものであれば adiabatic condition の近傍で eq. (5) の関係が満足されなければならない. そこで誤差を少くするために adiabatic condition 近傍の風速観測 data No. 9, 13, 15, 16, 19, 24 より各々風速比を計算し, これらの平均をとって平均風速比を求める. 結果は Table 2 のようになる. この場合の平均 RICHARDSON number は −0.007 であるから, ほゞ adiabatic condition と考えてよい. この平均風速比 (R) を $\log(z-d)$ に対して plot したのが Fig. 2 である. この Fig. 2 より eq. (5) の対数法則速度分布の充分成立していることがわかる. 従って

Table 2 Wind profile (paddy field) in near adiabatic condition

Obs. No.	9	13	15	16	19	24	Mean
u_{300}/u_{180}	1,600	1.360	1.663	1.910	1.378	1.422	1.555
u_{230}/u_{180}	1.300	1.255	1.336	1.432	1.231	1.275	1.305
u_{180}/u_{180}	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
u_{140}/u_{180}	0.650	0.631	0.613	0.552	0.695	0.623	0.613
u_{110}/u_{180}	0.271	0.233	0.198	0.059	0.359	0.211	0.222
$10^3 \times Ri_{170}$	11	−31	14	17	−24	−33	−7

又 roughness parameter として $z_0=34$cm を得る.

前述したように eq. (1) あるいは eq. (2) によって蒸発量，蒸発散量を見積る場合には，これらの式の誘導に際して，なされた仮定により可成りの誤差が予想される．その内，最も主なるものとして，adiabatic condition の仮定は，本実験結果から見られる大気の安定性を示す index としての Ri の値より明らかである．観測結果を用い，eq. (1), eq. (2) を使って計算により蒸発散量（E_0）を求め，これを蒸発散量の実測値（E）との比を求めた．Table 3 および Table 4 に夫々，水田，裸地における結果を表示してある．予想されるようにかなりバラッキがある．し

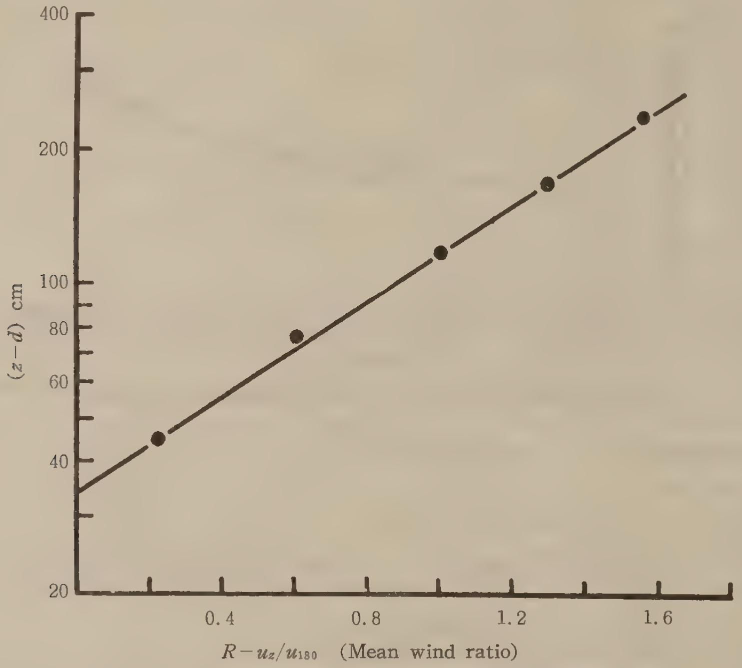


Fig. 2　Vertical profiles of wind velocity over paddy field (in neutral condition) $d=65$cm

Table 3　Observational data and reduced date for analysis in the paddy field

Date		Sept. 14th	〃	〃	〃	15th	〃	〃	〃	〃	16th	〃	〃
Observation No.		10	11	12	13	17	18	19	20	21	24	25	26
Midtime of observation (period of 60 min)		11 : 45	13 : 30	15 : 00	16 : 30	11 : 30	12 : 45	14 : 30	15 : 45	17 : 00	9 : 05	10 : 45	12 : 30
Wind speed in cm/sec at heights in cm	cm 230	172	172	196	167	145	172	202	97	no wind	139	183	no wind
	140	101	106	117	84	86	102	114	46	〃	68	112	〃
Air temperature in °C at heights in cm	230	26.63	28.09	26.50	24.26	29.46	29.25	25.72	25.14	22.87	29.08	31.75	28.31
	140	28.23	29.75	27.76	25.06	30.95	30.90	26.47	25.73	22.84	29.66	33.04	29.17
Absolute humidity in g/m^3 at heights in cm	230	15.34	16.58	15.09	11.04	17.70	17.46	15.79	16.38	17.61	20.16	20.71	19.05
	140	17.12	17.53	16.17	11.78	18.39	18.68	16.36	16.90	17.90	19.62	21.80	19.70
Evapotranspiration (measured) $10^6\times E$ (g/cm.sec)		11.2	15.3	15.3	8.3	11.2	15.3	9.8	6.9	5.6	9.8	19.4	8.3
$10^3\times Ri_{170}$		−74	−106	−54	−31	−99	−78	−25	−60	—	−33	−62	—
$\frac{E_0\ \text{(calculated)}}{E\ \text{(measured)}}$		2.60	0.94	1.28	1.69	0.83	1.29	1.18	0.88	—	0.92	—	—

Table 4 Observational data and reduced data for analysis in the bare field.

Date		Nov. 4th	〃	5th	〃	〃	〃	〃	6th	8th	〃	〃	〃
Observation No.		101	102	103	104	105	106	107	112	120	121	122	123
Midtime of observation (period of 60 min)		15：30	16：45	10：45	12：00	13：45	15：00	16：15	15：00	10：15	11：35	12：50	14：05
Wind speed in cm/sec at heighes in cm	cm 56	105	123	87	109	198	175	125	148	159	165	247	259
	36	87	96	68	89	174	154	102	126	141	146	224	236
Air temperature in °C at heights in cm	56	21.02	13.98	18.49	19.84	19.59	18.00	15.04	19.41	16.75	17.57	17.60	17.20
	36	20.90	13.95	19.00	20.16	19.71	18.01	14.95	19.53	17.20	17.91	17.82	17.37
Absolute humidity in g/m³ at heights in cm	56	11.52	8.50	8.05	8.61	9.10	9.75	10.34	10.47	11.40	11.33	11.53	10.85
	36	11.99	8.82	8.56	9.26	9.82	10.16	10.47	11.12	11.83	11.86	12.06	11.17
Evaporation (measured) $10^6 \times E$ (g/cm•sec)		4.35	4.81	9.70	10.60	10.10	6.00	1.83	6.43	8.30	10.50	10.60	7.46
$10^3 \times Ri_{75}$		19	8	−140	−80	−15	−1	12	−9	−198	−137	−34	−28
$\frac{E_0 \text{ (calculated)}}{E \text{ (measured)}}$		1.59	1.47	0.82	1.00	1.40	1.17	1.33	1.06	0.79	0.79	0.94	0.81

かしながら広い範囲の大気条件下で平均すれば，実測値と計算値は大体一致するようである．裸地における12の観測結果の算術平均が1.09で，水田における8の観測結果（Obs. No. 10 を除く）の算術平均が1.12である．水田の場合 Obs. No. 10 を除いたのは次のような理由による．この日の朝，水稲の葉面に非常に沢山露がおりていたため，その露からの蒸発が多く，従って humidity の垂直分布より求めた計算値は非常に大きな値を示した．ところが蒸発散量の実測は減水深法によるので，この葉面からの露の蒸発は測定出来ない．それで両者の ratio が2.60と異常に大きくなっているのである．このような場合は別途に研究されるべき問題として残される．

一般的に見て Ri の値が負で大きくなる時，つまり super-adiabatic condition においては E_0/E の ratio は1より小さくなり，Ri の値が正の時，つまり inversion condition においては E_0/E の ratio が1より大きくなっている．勿論逆の場合が水田において，いくつか見られるが，これは明らかに観測誤差によってもたらされたものである．前述したような露の影響は当然のことながら，水田においては蒸発散量の測定が唯一ケ処で行はれたにすぎず，真の代表値と認め難いこと，及び hook gauge による測定には限界があること等によるものである．hook gauge による精度は $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ gr/cm²•sec であるから蒸発散量の小さい時は導入される相対誤差がずい分大きくなる．

結局快晴の日中など，特に真夏の時などは，eq. (1)，eq. (2) による蒸発散量の計算値は，実際の蒸発散量に比して過小評価されるし，又一方日没後地面の温度が下って，接地大気が逆転層の状態にある時には，計算値は過大評値の傾向がある．このことは勿論理論的にも予想されることである．

水田，裸地における結果を要約すれば次のようになる．

Deviation of E_0/E from 1.0	Percentage of cases	
	Bare field	Paddy field
<0.1	25	22
<0.2	50	56
<0.3	67	78
Number of cases	12	9
Arithmetic mean E_0/E	1.09	1.12

これより観測の約70～80%が±30%より小さい deviation の範囲内に入ることがわかる．しかもこの場合特に注目すべきことは，可成り広い範囲の接地大気の状態を含んでいることである．第2に注意する点は温湿度及び風速の測定精度より導入される蒸発散量計算値の誤差は約20%程度であるということである．これらの事を考慮に入れ

る時，本実験によって得た蒸発散量の計算結果は一応満足すべきものであると言える．

〔5〕 結　　　言

Thornthwaite and Holzman[9] により提唱され，又 Pasquill によって変形され拡張された eq. (1), eq. (2) の蒸発散量の間接的評価の式を検討した．一応満足なものであると結論できるが，今後に残される問題として zero plane displacement (d) の取扱いについての研究，及び大気の安定性を簡単にどの様に処理すべきかの研究がある．勿論大気の安定性を考慮に入れた理論的或いは経験的式について Holzman[1)]，Lettau[3)]．Halstead 等の研究が報告されているが，これらはいずれも測定すべき事項が増えて実用化という観点に立つと更に一層簡単に大気の安定性を取扱う方法が望まれる．又今回の観測は約一時間という短時間の蒸発散量の推算である．これを更に長時間に延長した時，どのような問題が出てくるか今後に残された研究であろう．

本研究は主として東京大学在勤中に行はれたもので東大教授杉二郎博士に御指導を受け．又当時研究室の人々，とりわけ川村彰，矢田倚の両君に種々御援助をいただいた．こゝに附記して深謝の微意を表する次第です．

記　　　号

d = zero plane displacement
E = rate of evaporation or evapotranspiration (measured)
E_0 = rate of evaporation or evapotranspiration (calculated)
g = acceleration of gravity
k = Kármán's constant
q = specific humidity
R = wind ratio
Ri = Richardson's Number
r = wind ratio
u = wind speed
z = height
z_0 = roughness parameter
ρ = air density
θ = potential temrerature
τ_0 = surface shearing stress

参　考　文　献

1 Holzman, B.: *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **44**, 13 (1943)
2 Inoue, H.: *Tech. Bull. Faculty of Agriculture, Kagawa Uuiv.*, **12**, 64 (1960)
3 Lettau, H.: *Geophys. Research Papers*, No. 1 (1949)
4 Pasquill, F.: *Proc. Roy. Soc.*, A. **198**, 116 (1949)
5 Pasquill, F.: *Quart. J. R. Met. Soc.*, **75**, 249 (1949)
6 Pasquill, F.: *Quart. J. R. Met. Soc.*, **76**, 287 (1950)
7 Rider, N. E.: *Quart. J. R. Met. Soc.*, **83**, 181 (1957)
8 Tani, N., E. Inoue and K. Imai: *J. Agric. Met. Japan*, **10**, 105 (1955)
9 Thornthwaite, C. M. and B. Holzman: *U. S. Dept. Agric. Tech. Bull.*, No. 817 (1942)

Résumé

According to Thornthwaite and Hqlzman (1942), evaporation over a natural land surface in adiabatic conditions is given by the theoretical formula

$$E_0=\rho k^2(q_1-q_2)(u_2-u_1)\Big/\left(ln\frac{z_2}{z_1}\right)^2$$

The writer made an attempt to evaluate evaporation and evapotranspiration over bare fields and paddy fields by making use of the above formula and the formula modified by Pasquill (1950).

The observational study contains measurements of evaporation and evapo-transpiration and the associated vertical profiles of wind velocity and vapor pressure in the first few meters above a bare field and a paddy field.

The observed rates of evaporation (E) are compared with those computed (E_0) from the modified Thornthwaite and Hqlzman equation. In the bare field and paddy field, the mean values of E_0/E were 1.09 and 1.12, respectively; and the individual deviations from 1.0 were within 10, 20 and 30 per cent in 25, 50 and 67 per cent of the cases in the bare field and in 22, 56 and 78 per cent of the cases in the paddy field, respectively.
(Received November 30, 1960)

桃樹の夏季摘葉が開花・結実並びに発育に及ぼす影響

葦 沢 正 義・榑 谷 勝

Effect of defoliation in summer on the bloom, fructification and growth of peach trees

Masayoshi ASHIZAWA and Masaru KURETANI

I 緒言

果樹の貯蔵養分と萠芽・開花及び結実・発育との関係については，既に2，3の種類について報告されているが[(1)(2)(3)(4)(8)(9)(10)]，未だ桃では詳かにされていない．当地方の桃栽培は，乾燥しやすい傾斜地の比較的保水力の低い土壌において行なわれ，一般に樹勢が弱く，樹形は矮化して，その収量は甚だ低い状態である．特に7月中旬より8月下旬の間には，しばしば異常な高温乾燥状態を呈し，葉の萎凋及び基部葉の落葉を生じて，同化作用の低下が認められ，さらに台風の襲来により甚だしい落葉をみることがある．このことより当地方における桃栽培不振の主な原因は，夏季間の同化作用の低下と台風の襲来による早期落葉に基づく貯蔵養分の減少による処が大きいと考えられる．筆者らは上述の見地より，桃樹における貯蔵養分の消長と，それが次年の開花・結実並びに発育に及ぼす影響について観察したので，その結果を報告する．

II 実験材料及び方法

A 供試材料

香川大学農学部大宮果樹園に植栽の9年生の倉方早生，5年生の美山早生及び3年生の大久保の3品種について，標準と摘葉の両区を設け，各1樹宛を用いた．倉方早生の供試樹の状態は第1表の如くで，両区樹の発育差は少なく，美山早生及び大久保はほゞ同大・同樹勢のものを用いた．

第1表 倉方早生供試樹（9年生）の状態

	幹長	幹周(中央部)	樹冠			主枝の長さ			主枝の太さ（分岐上30 cm の周囲長）			亜主枝数		
	(cm)	(cm)	東西 (m)	南北 (m)	樹高 (m)	I (m)	II (m)	III (m)	I (cm)	II (cm)	III (cm)	I	II	III
標準区	12.0	57.0	4.3	4.5	4.8	4.70	4.55	3.86	27.0	29.0	22.0	2	4	3
摘葉区	9.0	52.0	4.2	4.3	4.1	4.32	4.05	3.85	22.0	22.0	27.0	2	3	3

B 実験期間

1959年8月～1960年11月

C 摘葉処理

1959年8月6日に摘葉区は全葉を摘除した．その後2次枝葉の発生をみたので，10月3日に再び摘除した．摘葉区の1次枝の摘葉数は倉方早生14,440枚，美山早生2,084枚，大久保1,248枚．2次枝の摘葉数は倉方早生4,250枚，美山早生906枚，大久保870枚である．倉方早生と美山早生は，9月下旬～10月上旬の間に少数の返り咲き花を生じた．

D 調査事項と方法

(1) 細根中の貯蔵澱粉

両区の細根（直径2～3 mm）を12月21日，3月26日と4月3日以降はほゞ10日目毎に6月12日まで採取し，ヨード・ヨード加里反応によって，顕微鏡観察を行なった．

(2) 結果枝数・同長及び花蕾数・着果数

全結果枝数・同長及び全着蕾数を3月15日に調査し，5月18日に慣行法により摘果・袋掛を行ない，摘果数・着果数を調べ，同時に結果枝の着葉・着果の状態を観察した．

(3) 開花及び異常花の状態

3月24日より4月2日の間，2日毎に開花数を調査し，3月30日に異常花の状態について，詳かな観察を行なった．

(4) 収穫果の大きさ・状態

果実は収穫の都度，果数と重量を調べ，6月30日の収穫果中より10果宛をとり，縦径・横径・側径及び果重と，糖度（屈折糖度計法）・酸量（N/10 NaOH 滴定法によりリンゴ酸として算出）を測定し，糖分率を算出した．

(5) 新梢の生長

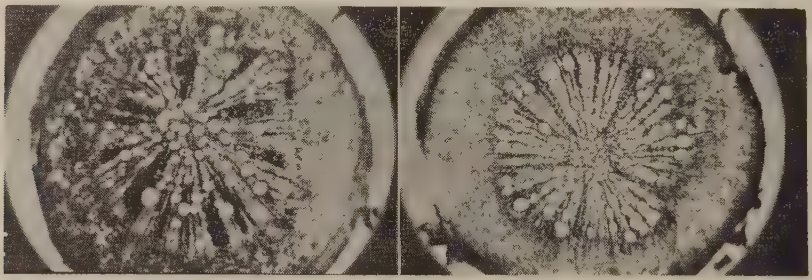
11月5日（自然落葉後）に，両区の新梢の長さ別本数・同総長及び平均長を調査した．

Ⅲ 実験結果

A 倉方早生の9年生樹の場合

(1) 細根中の貯蔵澱粉の消長

12月21日の標準・摘葉両区における細根中の貯蔵澱粉の状態は第1図の如くで，標準区は摘葉区に較べて皮部・木部ともに甚だ多量の澱粉が蓄積されていることが認められる．その後の消長は第2表の通りで，摘葉区は標準区にくらべ，貯蔵澱粉の減少・消失が早く，4月中旬には微量となり，5月上旬には殆んど存在が認められなくなった．これに対し標準区は，5月上・中旬に至って微量となり，6月12日の観察において澱粉の存在を認めない状態となった．なお，細根中の部位による澱粉量の減少程度は，標準区では皮部より木部の方が早く，摘葉区では皮部・木部ともほゞ同様であつた．



標　準　区　　　　　摘　葉　区

第1図 細根中の貯蔵澱粉の状態（12月21日・倉方早生）

第2表 細根における貯蔵澱粉の消長（倉方早生）

		21/12	26/3	3/4	12	21	2/5	15	22	12/6
標準区	皮部	卌	卅	卅	廾	＋	±	±	±	－
	木部	丰	廾	＋	＋	＋	±	±	±	－
摘葉区	皮部	廾	＋	＋	±	±	±	－	－	－
	木部	廾	＋	＋	±	±	－	－	－	－

（註）卌…甚だ多量，卅…多量，廾…中量，＋…少量，±…微量，－…無

(2) 結果枝数・同長及び花蕾の着生状態

3月15日の剪定後の樹上における結果枝数・同長及び花蕾数は第3表の如くで，結果枝数及び長さは，標準区247本・6,824.8 cm に対し，摘葉区279本・5,734 cm で，両区間の差は比較的少ない．しかし総花蕾数においては標準区の1,694花に比べ摘葉区は 2,649 花で，摘葉区の方が遙かに多く，総花蕾数に対する複花蕾数（1節部に2花以上着生）は，両区とも約46％前後で，その差は殆んど認められない．

第3表　倉方早生の結果枝数・同長及び着蕾数（3月15日・前定後樹上調査）

	結果枝数				結果枝の全長 (cm)	花蕾数			
	長果枝	中果枝	短果枝	計		全花蕾数	単花蕾数	複花蕾数	(比率%)
標準区	118	120	9	247	6,824.8	1,618	864	754	(46.6)
摘葉区	56	179	57	292	5,734.0	2,649	1,439	1,210	(45.6)

（註）1. 長果枝…30 cm 以上，中果枝…30～10 cm，短果枝…10 cm 以下.
2. 標準区には，別に副梢 16 本，同長 274.5 cm，花蕾数 76 があった.

(3) 開花状態及び花器の大きさ

開花状態について調査した結果は，第4表及び第2図の如く，標準区に較べて摘葉区の開花はやゝ遅れ，4月2日までの全開花率は標準区 99.6% に対し，摘葉区は 96.7% であった．なお，満開花について花器の直径及び重量を測定した結果，両区間に差異を認めなかった．さにら，3月30日に外観的異常花の発生状態を観察したが，摘葉区に僅か4花を発見したに過ぎなかった.

第4表　開花状態及び花器の大きさ（倉方早生）

	開花率 (%)					花器の大きさ	
	24/3	26	28	30	2/4	平均花径 (cm)	平均花重 (g)
標準区	18.5	35.3	45.3	92.0	99.6	4.70	2.46
摘葉区	4.0	15.2	41.0	82.8	96.7	4.70	2.46

標準区　　　　摘葉区

第2図　開花状態（倉方早生・3月30日）

(4) 摘果時の結果枝及び結実状態

5月18日に摘果及び袋掛を行ない，同時に結果枝の状態及び摘果数・着果数（袋掛果数）を調査した．その結果は第5表及び第3図に示す通りである．即ち，結果枝において①着果・葉の良好な結果枝（正常な結果枝），②頂部にのみ新梢・葉をもつ結果枝，③全く葉をつけない結果枝，④全く落果した結果枝の4種が認められた．しかし

て標準区では正常な結果枝が総結果枝数の約62%を占めたに比し，摘葉区は正常な結果枝が約39%に過ぎず，全く落果した結果枝が約42%を示し，摘葉区の結果枝は不良なものが甚だ多かった．

また摘果時の総着果数は，標準区 1,211 果で，開花数の約 72 %に当り，摘葉区は 673 果で開花数の約 26 %に過ぎなかった．

袋掛果数は標準区387果で開花数の24.8%，総着果数の約32%であるに対し摘葉区は 172 果で開花数の7.8%，総着果数の約25%に相当し，摘葉区の袋掛果数は標準区の２分の１以下であった．

第５表 摘果時における結果枝及び結実・摘果・袋掛の状態（倉方早生・５月18日）

	結果枝の本数	正常な結果枝		頂部にのみ新梢・葉を着生しているもの及び葉をつけない結果枝		落果した結果枝		結実状態			
		本数	比率(%)	本数	比率(%)	本数	比率(%)	摘果数	残存果数(袋掛数)	合計	結実歩合(%)
標準区	247	204	82.5	6	2.4	37	15.0	824	387	1,211	71.7
摘葉区	292	114	39.0	55	18.8	123	42.1	501	172	673	26.3

正常なる結果枝　　頂部のみに新梢・葉を着生する結果枝　　葉をつけない結果枝

第３図 摘果時における結果枝の状態（５月18日・倉方早生）

(5) 収穫果数・同重及び成分

収穫果に関する調査結果は第６表及び第４図の如くである．総収穫果数において標準区 324 果，摘葉区 146 果で，両区とも袋掛果数に対する比は約84%を示し，収穫果数の両区間差は袋掛果数に比例しており，摘葉区は標準区の２分の１以下に止った．

果実の大きさ及び１果平均重は，摘葉区の方がやゝ大であったが，摘葉区の果実は標準区のものに較べ，糖分がやゝ低く，酸量が高く，糖分率は低きを示した．

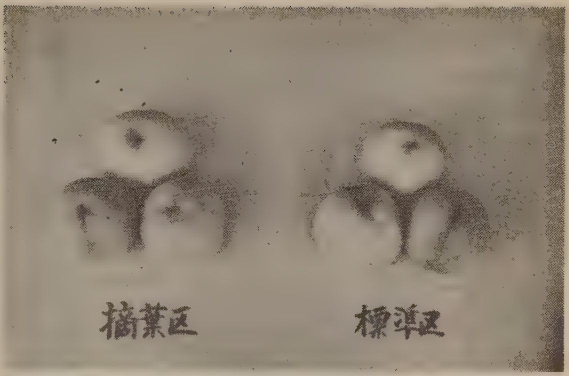
第６表 収穫果数及び大きさ・成分（倉方早生・30/6～5/7）

	収穫果数	被袋数に対する比(%)	重量(kg)	１果平均の大きさ 縦径(cm)	横径(cm)	側径(cm)	１果平均重(g)	糖度(屈折計)	酸量(リンゴ酸%)	糖分率
標準区	324	83.7	50.8	6.87	7.32	6.94	156.1	8.8	0.119	73.9
摘葉区	146	84.9	26.3	6.71	7.64	7.06	180.1	8.4	0.138	60.9

（註）果実の大きさ及び成分は，６月30日の収穫果10果につき調査．

(6) 新梢の生長状態

自然落葉後の11月5日に，新梢の長さ別枝数・総枝長及び平均枝長を調査した結果は第7表の如くである．合計枝数において標準区875本，摘葉区331本で摘葉区の枝数は甚だ少なく，総枝長は標準区の約29,200 cmに比し，摘葉区は約8,700 cm で標準区の約3.4分の1に過ぎなかった．平均枝長において，標準区は33.4cm で比較的長大な枝が多く，摘葉区は 26.3 cm で長大な枝が甚だ少なかった．



第4図 収穫果の大きさ比較（倉方早生・6月30日採収）

第7表 次年における新梢（結果枝）の生長状態（倉方早生・1960年11月）

		長果枝			中果枝	短果枝	合計
		>90 cm	90～60 cm	60～30 cm	30～10 cm	<10 cm	
標準区	枝数	22	89	301	394	69	875
	総枝長(cm)	2,176.2	6,165.8	12,642.2	7,733.2	477.8	29,195.2
	平均枝長(cm)	98.9	69.3	42.0	19.6	6.9	33.4
摘葉区	枝数	9	17	132	88	85	331
	総枝長(cm)	854.2	1,120.0	5,420.0	1,771.0	543.2	8,700.4
	平均枝長(cm)	94.9	65.9	41.1	20.1	6.4	26.3

B 美山早生の5年生樹及び大久保の3年生樹の場合

(1) 細根中の貯蔵澱粉の消長

倉方早生と同様に，細根中の貯蔵澱粉の消長を観察したが，倉方早生の場合に較べて，両種とも澱粉量の減少が早く，特に摘葉区はいずれも3月下旬には，既に少量または微量となり，4月上旬には殆んどその存在を認めなかった．

(2) 枝数及び着蕾の状態

美山早生の剪定後樹及び大久保の無剪定樹について，3月15日に枝梢及び着蕾の状態を調査した結果は第8表の如く，枝数及び長さにおいては，いずれも両区間に大きな差はないが，着蕾数に著しい差異が認められ（第5図・第6図参照），両種とも摘葉区の着蕾数は，標準区の約2.5分の1乃至3分の1に過ぎず，複花蕾数及びその比率も摘葉区が劣った．

第8表 枝数及び着蕾の状態（3月15日・樹上調査）

		1次枝		同副梢		2次枝		着蕾の状態			
		枝数	長さ(cm)	枝数	長さ(cm)	枝数	長さ(cm)	全花蕾数	単花蕾数	複花蕾数	(比率%)
美山早生	標準区	32	973.5	—	—	—	—	332	154	178	(53.6)
	摘葉区	31	774.8	—	—	—	—	150	98	52	(34.6)
大久保	標準区	41	1,898.0	32	796.1	11	77.0	1,028	578	450	(43.8)
	摘葉区	32	1,801.1	25	618.8	28	262.8	400	256	144	(36.0)

（註）美山早生は剪定後，大久保は無剪定である．

(3) 開花及び異常花の発生状態

摘葉区における開花遅延及び開花率の低い傾向は，倉方早生の場合とほゞ同様であるが，その程度は倉方早生の場合よりも顕著であった．摘葉区の花器の大きさは標準区より劣り，特に大久保の摘葉区の花は，甚だ貧弱であった．（第9表及び第5図・第6図参照）

次に3月30日の異常花の観察において，両種とも摘葉区では，開花の不完全な異常花蕾（第7図―A）・雄蕊及び花弁の異常花（同―B）・短雌蕊及び無雌蕊花（同―C）等が多く認められた．

第9表 開花状態及び花器の大きさ

		開花率（%）					花器の大きさ	
		24/3	26	28	30	2/4	平均花径 (cm)	平均花重 (g)
美山早生	標準区	26.2	44.0	76.5	92.8	99.1	4.20	2.10
	摘葉区	18.7	25.3	45.3	52.7	82.0	4.15	1.70
大久保	標準区	26.5	46.3	58.8	94.0	99.4	4.45	2.17
	摘葉区	8.3	11.0	26.3	63.3	81.8	3.90	1.10

標準区　　　摘葉区

第5図 美山早生の開花状態（3月30日）

特これらの異常花の発生は，第10表に示す如く，美山早生よりも大久保に多く認められ，中でも短雌蕊・無雌蕊の花が多く観察された．大久保の異常花は開花数の約62%を占めた．

(4) 結実及び収穫果

結実状態及び収穫果について調査を行なった結果，摘葉区の結実歩合・摘果数及び袋掛果数は，倉方早生の場合とほゞ同様の傾向を示し，いずれも摘葉区が劣り，殊に大久保の摘葉区は，全く結実を認めなかた．

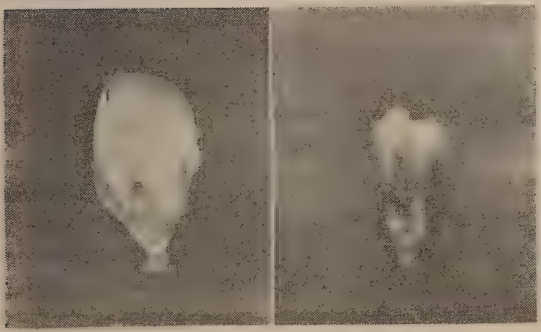
なお，美山早生の収穫果数は，標準区において袋掛果数44果に対して29果であり，摘葉区は25果の袋掛果数に対して僅か8果に過ぎず，摘葉区は袋内落果が多かった．

摘葉区の収穫果の大きさ・果重は標準区より劣り，糖度においても標準区の8.0に対し摘葉区は6.2を示し，摘葉区の品質は劣った．

さらに，新梢の生長状態についても倉方早生と同様の調査を行なったが，美山早生の摘葉区は中果枝及び短果枝が多く，長果枝は少なかった．

標　準　区　　　　摘　葉　区

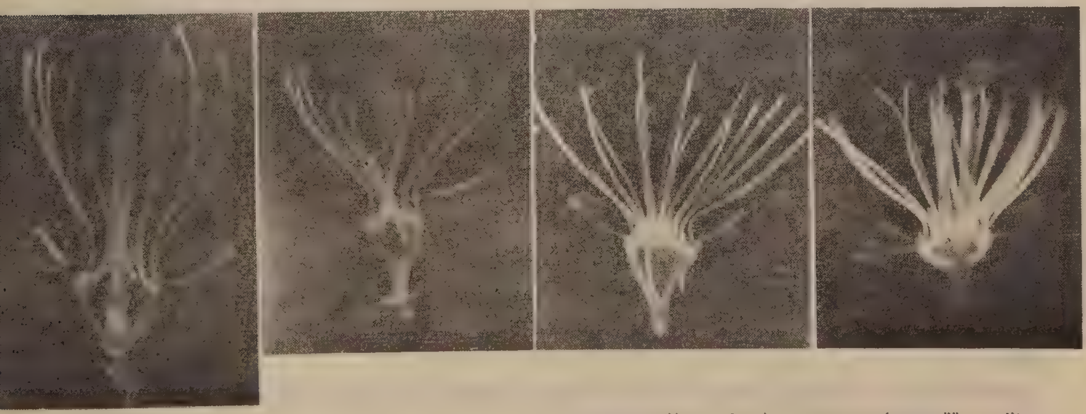
第6図　大久保の開花状態（3月30日）



正常花蕾　　異常花蕾

A．花蕾の状態

B．雄蕊及び花弁の異常



正　常　花　　短雌蕊（中位のもの）　　短雌蕊（甚しいもの）　　無　雌　蕊

C．雌蕊の状態

第7図　摘葉区における異常花の状態

第10表　異常花の発生状態（3月30日）

			開花数	正常花（健全）	花弁異常花		雌蕊異常花		末開花蕾	
					雄蕊畸形	花弁畸形	短雌蕊	無雌蕊	正常花蕾	異常花蕾
美山早生	標準区	花数	308	308	0	0	0	0	24	0
		比率(%)	100	100						
	摘葉区	花数	79	64	0	4	8	7	53	18
		比率(%)	100	81.0	0	5.1	10.1	8.9		
大久保	標準区	花数	966	930	11	22	2	1	62	0
		比率(%)	100	96.3	1.1	2.3	0.2	0.1		
	摘葉区	花数	253	77	12	8	61	95	119	28
		比率(%)	100	30.4	4.7	3.2	24.1	37.5		

VI 考　　　察

果樹における摘葉が，その時期と程度によって枝梢の発育・開花・結実等に対し種々の影響を及ぼすことについては，既に多くの研究者によって指摘されている処である[1][2][3][5][6][9].

林・脇坂[4]は，廿世紀梨について秋季の摘葉は著しく根及び枝梢の貯蔵澱粉量を減少し，その澱粉含量に比例して花粉の発芽，果実の発育及び新梢の伸長が悪くなり，結果数及び収穫果の大きさが小となることを観察しており，川口[5]は，梨及び桃について花芽分化期前後に摘葉を行ない，桃において翌年の開花数の減少及び開花遅延，花弁の小なるもの（蕊咲）の割合が大きく，かつ花芽着生数及び開花数よりみて，結実の割合が小であることを報告している．また，吉村[12]は2年生桃幼木（岡山早生）を用いて，6月より10月の各時期に全摘葉を行ない，8月上旬の処理は開花数が減少し，畸形花の発生を観察している．

本実験の摘葉区の結果は，これらの報告とほゞ一致した傾向が認められるが，倉方早生の9年生樹の場合と美山早生の5年生樹及び大久保の3年生樹の場合とでは，甚だしい差異が認められ，その差異は品種間よりも，樹令差によることろが甚だ大であると考えられる．即ち，その一つには，倉方早生は美山早生及び大久保に比して，地上部・地下部等の栄養器官が大きいため，全樹体内の貯蔵養分の総量において不足を来たすに至らず，美山早生及び大久保では，樹体が未だ小さいため，摘葉処理の影響が大きく，それがため花芽の形成・発育が不良となり，着蕾数の減少及び異常花の発生が多く認められたものと思われる．この主な原因は処理時の体内 C/N 率の相違に基づくものと考えられる．

次に，倉方早生の摘葉区において，開花数の甚だ多いにもかゝわらず，袋掛果数及び収穫果数が標準区の約2分の1に過ぎなかったことは，摘果時までの落果率が高かったことよりも，むしろ正常な結果枝数が少なかったゝめであり，慣行の摘果法では，正常な結果枝数によって，残存果数が左右されることによるものである．

このような結果は，当地方の桃栽培において，開花数の甚だ多いにもかゝわらず，新梢・葉の生長が不良のため，多数果を残し得ず，仮りに多数の果実を残しても，葉数の不足に陥り，低収量に止まっている現象と全く一致する．

従って当地方の如き立地条件下の桃栽培においては，夏季，特に7月中旬～8月下旬の間における葉での同化機能の低下，及び台風等による早期落葉の防止対策が極めて重要である．

V 摘　　　要

桃樹を1959年8月上旬に摘葉して，貯蔵養分を減少させた場合の，翌年の開花・結実及び発育状態を観察した．

1.　摘葉樹の冬季における細根中の澱粉量は，標準樹より遥かに少なく，春季以後の新梢と葉の発育が劣った．

2.　9年生の倉方早生の摘葉樹の全収量は，標準樹の約2分の1であったが，一果平均重は標準樹とほぼ同様で，品質はやゝ劣った．

摘葉樹は多数の正常な開花を示したが，落花・果が多く，摘果時に着果，葉の良好な結果枝数が著しく少なく，摘果後の着果数は標準樹の約2分の1に過ぎなかった．

3.　5年生の美山早生と3年生の大久保の摘葉樹は，着花数が甚だ少なく，多数の異常花を生じ，結実歩合が著しく低かった．

VI 参　考　文　献

(1) 葦沢正義：園芸学会講演要旨　昭和24年春季大会，(1949)

(2) ——：園芸学会講演要旨　昭和25年春季大会，(1950)

(3) 福田　博：園芸学研究集録　7, 32〜37 (1955)

(4) 林　真二・脇坂聿雄：農業及園芸　31(2), 333〜335 (1956)

(5) 川口正英：農業及園芸　7(3), 441〜448. 7(5), 903〜912. 7(6), 1085〜1098 (1932)

(6) 小林　章：農業及園芸　28 (2) 241〜245 (1953)

(7) ——：果樹園芸総論　養賢堂，(1954)

(8) 三輪忠珍：園芸学会雑誌　6(6), 318〜328 (1935)

(9) Roberts, R. H.: *Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* 56, (1923)

(10) 遠山正瑛・林　真二：園芸学会雑誌　25 (4), 279〜282 (1957)

(11) Weinberger, J. H., Cullinan, F. P.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 29, 23〜26 (1933)

(12) 吉村不二男：園芸学会講演要旨　昭和35年秋季大会，(1960)

Résumé

The experiments were carried out to clarify the influence to the bloom, fructification and growth in next year of stored nourishment in peach trees. The experiment plots of defoliation and standard were prepared. The leaves of trees in defoliation plots were plucked in the early August, 1959.

The results are summarized as follows:

1. The comparison of stored nourishment was made by the iodine reaction. The stored nourishment within fine roots of defoliated trees in winter was much less than that of standard and the growth of shoots and leaves on and after spring was lower.

2. In case of Kurakata-wase nine years old, normal flowers of defoliated trees were large in number. However, the flowers and fruits falled remarkably and the number of good last year's shoots, bearing new shoots and fruits. on thinning time decreased. In consequence the number of fruits after thinning became about a half. The fruit yield of a defoliated tree reduced by half of that of standard and the qualities of the fruits seemed to be somewhat low. But the difference of the average weight of a fruit between defoliated and standard trees was not significant.

3. In the defoliated trees of Okubo three years old and Miyama-wase five years old, the blossoms were small in number and many abnormal flowers were observed. The percentage of fructification was strikingly low.

(Received November 30, 1960)

チューベローズの花芽分化並びに花芽の発育経過について

小杉　清・木村嘉享

On the flower bud differentiation and flower bud development in *Polianthes tuberosa* L.

Kiyoshi Kosugi and Yoshiyuki Kimura

1. 緒　　言

チューベローズは元来熱帯原産の球根植物[6][7]であるが，日本の暖地では比較的容易に露地で越冬するので，球茎を増殖させることもできるし，大球を春から順に時期をずらせて植付ければ，７月から11月の降霜期まで[7]開花させることができるので，近年は暖地における露地の切花として，次第に栽培が増加してきた[1]．またこの花は純白で香りが高いので，周年開花が望まれ，促成や抑制が行なわれる気運にある．

そこでまずその基礎となる花芽の分化期や，花芽の発育状態について観察を行なったので，ここに報告する次第である．

2. 材料及び方法

八丈島産八重咲種の開花球（球茎重30～59g，平均39.2g.）360球を15球ずつ24等分し，1957年４月１日に，香川県木田郡三木町池戸の本学部実験圃場に，15cm 間隔で植付けた．

試料は４月16日より７日目毎に15個体ずつ採り，70%アルコールに浸漬貯蔵し，随時取出して鱗片剝皮法によって花芽の状態を検鏡し，顕微鏡写真を撮影した．

3. 結　　果

観察の結果は第１表及び第１図に示す通りであった．

Table 1. Developing phases of flower buds in *Polianthes tuberosa* L.

Date Examined		Nos. Examined	Height of Plant (cm)	Number of Leaves	Developing phases of the 1st flower*													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Apr.	16	15			15													
	23	15			15													
	30	15			15													
May	7	15	1.0	18.8	15													
	14	15	2.3	19.1	15													
	21	15	3.5	17.0	15													
	28	15	7.3	21.4	14							1						
June	4	14	12.5	23.2	14													
	11	15	19.5	19.8	8	7												
	18	12	17.9	20.2	8		4											
	25	15	29.2	23.3	3		6	6										
July	2	12	32.2	19.6			2	3	3		3	1						
	9	12	40.6	23.0			3	1		1	2	1	2	2				
	16	13	50.1	22.6							1	1	1	3		3	4	
	23	13	59.0	24.1									1			2	8	2
	30	15	52.8	24.7											1	2	7	5

* 1: Undifferentiation stage.
2, 3: Spike differentiation stage.
4～14: Tepals formation stage (including stamens, pistils and pollens formation stages).

すなわち5月21日までの試料では、総て未分化の状態（第1図A）であったが、5月28日の試料中には、茎長3.2cm、Stage 8（花蕾が5段形成された段階のもの）の状態のものが1個体認められた．しかしその後は6月4日まで依然として未分化の状態が続き、6月11日になってようやく花穂分化の段階（第1図B）に達したものが半数認められたので，この時を花穂分化期と定めた．この時の草丈は 19.5cm で葉数は19.8枚、気温は6月1日～10日の最低平均13.4°C，最高平均 27.1°C であった．

その後6月18日には最初に分化した花芽の原基が中央から2つに分かれ（第1図C）、6月25日にはその各々に花蕾が分化し始めたので（第1図D）、この時を花芽の分化期と定めた．この時の草丈は 29.2cm．葉数は23.3枚であった．また気温は6月21～30日の最低平均19.3°C，最高平均29.4°Cであった．

その後は次第に花蕾の数を増したが，極度の重弁花であるために、ほとんど総て弁化して、萼、花弁、雄蕊、雌蕊の区別がつかなかった．そこで止むを得ず分化期以後は花蕾1段（1段は3弁よりなる）増す毎に段階1を進め，4～14の段階とした（第1図F，G、H）．しかし花蕾6～9段の位置に変形した葯が認められたものもあったので（第1図I，J），6段までが花蕾、7～9段が雄蕊．10段以上が雌蕊に相当する部分かと考えられる．

この変形した葯中に花粉粒が認められたのは7月23日で（第1図I）．開花始めは8月10日（第1図K）、平均開花日は8月22日であった．

4. 考　　察

以上の結果からみて，チューベローズの花芽分化には比較的高温が必要で，少くとも毎日の最低気温が 13°C 以上ないと花穂分化が開始されず，個々の花芽分化には最低 19°C くらいが必要であると考えられる．この点キキョウ(4)とよく似ているが更に高温が必要なのであろう．このことは熱帯原産の植物(6)(7)であるから当然のことと思われ，促成や抑制する場合に，アマリリス(5)と共に注意しなければならない点であると考えられる．

5月28日の試料中に．花芽の段階の相当進んだものが1個体認められたことについては．更に検討を要する．

花芽分化の形式では，花穂の側面に花芽原基が形成される点，グラジオラス(2)に類似しているが，花芽の配列位置が異なり，しかも1つの花芽原基が2等分されて、2個ずつ花芽が並んで形成されるのがこの植物の特長である．テッポウユリ(3)でも花芽原基は2分されるが，これは2等分ではなく，中央からやや片寄った位置に縊れが入り，1方は直ちに花芽分化を開始するが，他の1方は更に肥大して再び2分され．これを繰返して花芽の数を増す点でチューベローズとは異なる．

なおチューベローズは30g 以上の大球を植付けた場合には90%以上の開花が得られるが，これ以下の小球を用いた場合には，開花率が低く．しかも開花が不揃になる(1)といわれている．これは栄養が花芽分化に影響を与えるものと考えられる．

5. 摘　　要

1. チューベローズの花芽分化期及び花芽の発育状況を知り、促成・抑制の基礎資料としようとして，1957年4月1日に八丈島産の 30g 以上の球茎を，本学部実験圃場に植付けた．

2. 試料は4月16日以降7日目毎に採り、70%アルコールに保存し、随時取出して鱗片剥皮法によって花芽の状態を検鏡した．

3. 6月4日までの試料では総て未分化の状態であったが（5月28日の試料中に唯1個体花芽の発育の相当進んだものが認められたが)、6月11日には約半数のものが花穂分化を開始した．この時の草丈は 19.5cm．葉数は19.8枚であった．また6月1日～10日の最低平均気温は13.4°Cであった．

4. 6月18日には最初に分化した花芽の原基が中央から2等分され，2つの花芽ができた．

5. 6月25日にはその各々の花芽原基に花蕾が分化し始めた．この時の草丈は29.2cm．葉数は23.3枚であった．また6月21日～30日の最低平均気温は 19.3°C であった．

6. その後は次第に花弁数を増し、7月23日には変形した葯中に花粉粒が認められたものもあった．

7. 開花始めは8月10日であった．

引 用 文 献

(1) 岩瀬倉二：チューベローズの仔球肥大率並びに開花率について．園芸学会昭和31年度東海支部大会研究発表要旨 (1956).

(2) 小杉 清：グラジオラスの花芽並びに球茎の発育経過について．園芸学会雑誌20 (3，4)，231～237 (1951).

(3) ―― ―― ：テッポウユリの花芽分化について．同誌21 (1)，59～62 (1952).

(4) ――――・三野繁一：キキョウの花芽分化に関する研究(第1報) 花芽分化期並びに花芽の発育経過について．同誌26 (3)，199～200 (1957).

(5) 岡田正順・山田富造：アマリリスの花芽分化とその発達に就いて．同誌22 (2)，119～122 (1953).

(6) Post, K.: Florist crop production and marketing. Orange Judo Pub. Co. New York pp. 745～746 (1952).

(7) 塚本洋太郎：花卉園芸．朝倉書店，pp. 291～292 (1954).

Summary

In recent years, tuberose culture is increasing in the south-west part of Japan for the cut flower in summer and autumn. Now, all year round production of tuberose is hoped on account of its pure white color and charming smell. For this purpose, morphological observations on the flower bud initiation and development in this plant were made.

1. Large corms (30-59g) of double variety produced in Hachijio Island were planted on the April 1st of 1957 in Kagawa.

2. The buds were sampled weekly from the April 16th to the July 30th, and the flower buds were observed by binocular.

3. On the June 11th, 72 days after planting, initial primordia of the flower buds were grown up at the axillae of the upper part of the stem. This is definitely spike formation stage. At this time the average height of plant was 19.5cm, and the average number of leaves was 19.8. The mean minimum temperature from June 1st to 10th was 13.4°C.

4. On the June 18th, one week later from the beginning of the spike formation stage, the primordium of the flower bud was divided into two parts, each of which develops into flower afterwards.

5. On the June 25th, initial tepals were observed on the two primordia. This is the flower bud differentiation stage. The average height of plant was 29.2cm and the average number of leaves was 23.3 at this time, and the mean minimum temperature from the June 21st to 30th was 19.3°C.

6. Thereafter the flower buds increased the number of petals continuously until anthesis.

7. Abnormal anthers in which pollen grains were contained were observed on the July 23rd, and the flower begun to anthesis on the August 10th.

8. From the results observed, it seems that tuberose require high temperature for the flower bud initiation.

(Received November 30, 1960)

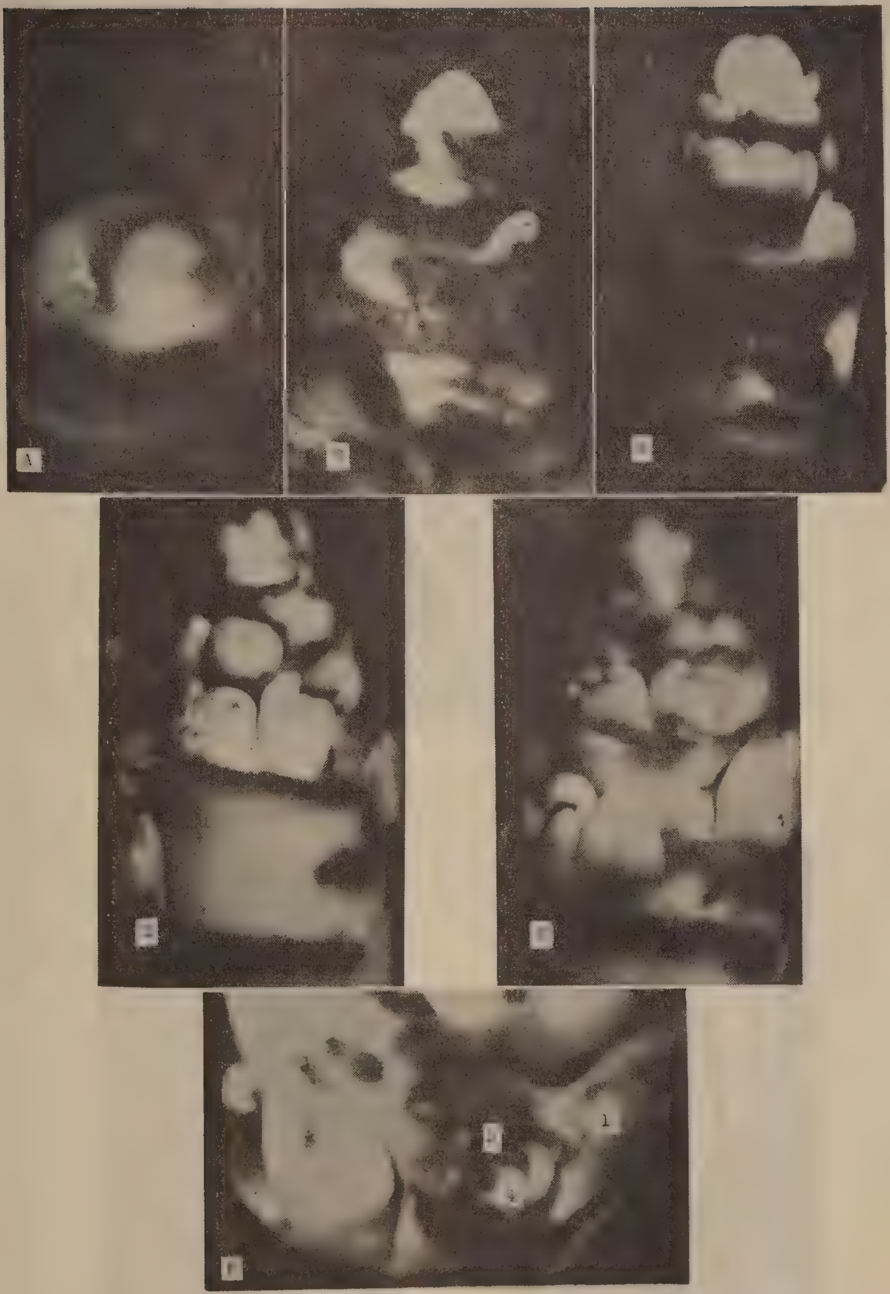


Fig. 1. Developing phases of flower buds in *Polianthes tuberosa* L.

A: Undifferentiation stage.

B, C: Spike differentation stage.

D, E, F: Tepals formation stage.

G, H: Tepals formation stage.

I: Pollens formation stage (Holizontal section view).

J: Vertical section view of the flower bud.

K: Open flowers.

柿炭疽病罹病果における軟化起因物質の粗分離

谷　利一・内藤中人

Crude isolation of tissue-macerating substance from kaki fruit infected by *Gloeosporium kaki*

Toshikazu TANI and Nakato NAITO

緒　言

軟腐性植物病害に一般にみられる，病斑部を中心とする寄主の軟化は，従来病原菌の分泌するペクチン質分解酵素に主としてもとづくとされている．ところが柿炭疽病の罹病果では，病斑部附近の軟化を殆んど伴わずに果実全体がいちじるしく軟化し，しかも，25°C で5日間病原菌を培養した殺菌果肉培地の汁液は馬鈴薯切片を軟化しない[18]．したがって，柿炭疽病罹病果の軟化は，従来の軟腐性病害と軟化機構を異にするものと想定し本実験に着手したところ，罹病軟化果実より，液化型 polymethylgalacturonase、液化型 polygalacturonase および pectin-methylesterase の作用を有する軟化起因物質を粗分離するとともに，該酵素は病原菌が分泌するのではなくして，病原菌の侵入に刺戟された寄主の生産物ではないかとの疑問を抱かせる 1，2 の実験結果をえた．ここにその大要を報告する．

なお本研究は梶明教授を主任研究者とする昭和34、35年度文部省科学試験研究の一部で、本学諸教官からは種々の御助言を賜わり，また専攻生諸氏の協力をえた．記して深甚の謝意を表する．

実験方法および結果

本学部大宮果樹園の富有柿罹病果から 1959年8月31日に分離した菌（本研究室分離番号 F—2）を供試し，1959年および1960年の9月初旬～11月中旬に実験した．供試柿果はすべて9月初旬～10月中旬に同果樹園より採取した，果実下部にまだ渋が残っている程度の未熟果である．その大部分は採取直後に供試したが，10月下旬以降は 0.08 mm のポリエチレン袋に封じて 5°C で貯蔵したものを一部用いた．水洗後柿果表面を60%アルコールでふき，約1時間風乾してから直径約 2mm，深さ約 5mm の穴を殺菌した針であけ，あらかじめ稀薄醤油寒天培地に5日間培養した菌叢先端を切って挿入し，無菌脱脂綿を上に置いて数滴の殺菌水を滴下する．これを 25°C 定温器に適当期間納めて罹病軟化果実とした．軟化果実の果肉軟化作用力を測定するにあたっては，測定用の液 1ml と McIlvaine 緩衝液 1ml に $1cm^2 \times 0.5mm$ の未熟富有柿果肉切片1コを基質として加え，少量のトルオールを滴下して 35°C 20時間放置後，切片の軟化状態を第1表の基準により指圧で調査した．なお，諸表にかかげた稀釈倍数は測定用の液の原汁液に対する稀釈度である．

第1表　切片軟化度の表示基準

表示	軟化の度合
−	指圧によって切片の形がくずれない
±	〃　　半分にわれる
+	〃　　3～4コの切片にわれる
++	〃　　殆んどつぶれる
+++	試験管（径 1.8cm　高さ 23cm）から取り出せるが指圧によって容易に完全につぶれる
++++	試験管中で形がくずれる

(1) 罹病軟化果実汁液の軟化作用力と pH との関係

剝皮した罹病の軟化果肉を脱脂綿とガーゼで圧搾濾過し，遠心分離（4000rpm，15分）によって夾雑する果肉片を除き，汁液の軟化作用力を各種 pH 値下で測定した．ただし果実の軟化度によって汁液の作用力に相当の違いがあるため，種々の濃度に汁液を稀釈して供試した．記載した代表的3例にみられるとおり（第2表），軟化はアルカリ側でおこらずに酸性側で強く，最適 pH は5.0附近といえよう．また，基質に常用される馬鈴薯切片よりも，富有柿切片のほうが作用をうけやすい．この結果から，以後の実験ではすべて作用液 pH を5.0に規正し，且つ富有

第2表　罹病軟化果肉汁液の軟化作用力と pH との関係

(1)

pH	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
軟化度	−	+	+++	++++	++++	++++	+++	+	−	−

(2)

pH	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
軟化度	−	−	++〜+++	+++	−	−	−

(3)

pH		3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	6.2
軟化度	富有切片	+++	++++	++++	++++	++〜+++	±
	馬鈴薯切片	−	−	±	+++	−	−

柿切片を基質とした．なお，富有柿切片は pH 2.0〜7.0 の緩衝液のみでは軟化しない．

(2)　**罹病果の軟化状態と汁液の軟化作用力との関係**

柿果に炭疽病菌を有傷接種し 25°C に保つと，病斑の伸展は約10日で停止するに対し（組織内への菌の伸展は続いているようである），約7〜10日目頃から果実全体におこりはじめる軟化はその後も進行し，20日以後には果実を指でつまむと形がくずれるほどになる．こうした果実軟化度の変化と汁液における軟化作用力の消長との関係は第3表に示した．なお，対照区の健全果は15日以降わずかに萎凋，軟化するのみで，30日目でもいわゆる軟化はおこらない．軟化してない果実では少量の水を加えて圧搾しても汁液がとれないので，健全果および初期罹病果における汁液の軟化作用力を明らかにすることはできなかった．しかし罹病果汁液では軟化開始時すでに軟化作用が検出され，軟化の進むにつれてその程度もいちじるしい．軟化作用力は，Ⅲ〜Ⅳの軟化度のときほぼ安定した力価に達すると考えられるので，以後の実験では，接種後この程度に軟化した果実を用いた．

(3)　**罹病軟化果実汁液の多糖類分解作用**

植物体内に存在して植物組織を崩壊する物質としては，蓚酸のような脱カルシウム剤とペクチン質分解酵素が一応考えられる．本例における起因物質究明にあたっては，まず搾汁液の精製を2，3試みた．これは，軟化果実からの搾汁液が粘稠で且つ多量の還元糖を含むため，ペクチン質を基質として粘度低下および還元力増加を測定することができなかったからである．

第3表　罹病果実の軟化状態と汁液の軟化作用力との関係

実験開始日	果実軟化度*	接種後日数	稀釈倍数					
			2	4	8	16	32	64
9月15日	Ⅰ	8	+++	+++	+++	++〜+++	+〜++	±
	Ⅰ	9	++++	++++	+++	+	±〜+	−
	Ⅱ	10	+++	+++	+++	++	+	±
	Ⅱ	11	+++	+++	+++	++	±	−
	Ⅲ	13	++++	++++	++++	++++	+++	++
	Ⅳ	16	++++	++++	++++	+++	++	+
	Ⅳ	20	++++	++++	++++	++++	++++	++
9月22日	Ⅰ	10	+	+	±	±	−	−
	Ⅱ	13	++〜+++	++〜+++	++	++	+	+
	Ⅲ	20	++++	++++	++++	+++	+〜++	+
	Ⅳ	30	++++	++++	++++	++++	++	+〜++
10月20日	Ⅰ	7	+	+	−	±	±	−
	Ⅱ	10	++++	++++	++++	++	++	+
	Ⅲ	15	++++	++++	++++	+++〜++++	++	+
	Ⅳ	20	+++〜++++	+++	++	+	+	±

* Ⅰ　硬いが強く指でおすとそこだけ軟かくなる
Ⅱ　指でおすと容易に軟かくなる
Ⅲ　軟かい
Ⅳ　非常に軟かく指でもちあげると果皮がさけそうになる

a）　軟化起因物質の粗分離

透析：等量の水で稀釈した汁液 3 ml をセロファン膜に入れ，5°C で 1 l の水に懸垂し，3 時間目に一度水を交換し，所定時間後透析膜の内液をとって作用力を測定した（第 4 表）．この結果から透析時間に応じ作用力は減少するけれども，軟化起因物質は内液に残ると考えてよかろう．

第 4 表　透析による軟化作用力の変化

透析時間	稀釈倍数	
	8	16
0	++++	++
24	++++	++〜+++
48	±〜+	±

有機溶媒による沈澱処理：種々の濃度となるように，アセトンおよびエタノールを低温下で搾汁液に加え，沈澱を形成するまで 5°C に放置し，遠心分離（2000rpm，3 分）した沈澱物を順次高濃度の溶媒，最後にエーテルで洗条し，真空デシケーターに 3 時間乾燥後水に溶解して使用した．第 5 表－1 のとおり，処理後の作用力は70％アセトン，60％エタノールの両区で最も高いが，沈澱量はアセトン区のほうがはるかに少なかった．70％アセトン処理による作用力の低下は第 5 表－2 に示した．

第 5 表　軟化作用力におよぼす有機溶媒沈澱処理の影響

(1)　各種濃度による処理

添加溶媒	最終濃度 (％)	稀釈倍数		
		2	4	10
アセトン	50	++++	+〜++	+
	60	++++	+〜++	+
	70	++++	++++	±
エタノール	60	++++	++++	±
	70	++++	++	±
	80	++++	++	±

(2)　70％アセトン（最終濃度）による処理

稀釈倍数	2	4	8	16	32	64
処理前	++++	++++	++++	+++〜++++	++	+
処理後	++++	++++	+++	±	±	−

塩析：搾汁液に 0.8 飽和となるよう硫安を加え，吸引濾過してとった沈澱に水を加えてよく攪拌したのち遠心分離（4000rpm，15分）により不溶部を除く．可溶部に硫安を加えて 0.4 飽和とし，遠心分離（4000rpm，15分）して沈澱をとり，上澄部をさらに0.8飽和として遠心分離（4000rpm，15分）する．0.4，0.8飽和の沈澱物をそれぞれ水に溶解し，水を外液として20時間透析してから定容にし，軟化作用力を測定した．10回以上実験を繰返したが，0.4 飽和区分の 0.8 飽和区分に対する軟化作用力の比は約 1/2〜0の範囲で実験ごとにかなり変動した．供試罹病果にその原因があるようで，例えば軟化度Ⅳに達してからもなお数日経過した罹病果，或いは10月中旬頃に採取したものでは 0.4飽和の沈澱量が多く，且つ軟化作用力もあらわれるように観察された．恐らく 0.4飽和の沈澱に軟化起因物質がいくぶん吸着するのであろう．しかし，0.8 飽和区分の作用力は常に 0.4 飽和区分の 2 倍以上であったから，精製には0.4〜0.8飽和分劃区分だけをとることにした．なお，1 回目の0.8飽和硫安につづきさらに1.0飽和で塩析した区分は全く作用力を有さない．

罹病軟化果実
　｜搾　汁
A*　搾汁液（100ml）
　｜遠心分離（4000rpm，15分）
上澄部
　｜硫安（0.8飽和）添加
　｜吸引濾過
B*　沈澱
　｜水添加
　｜遠心分離（4000rpm，15分）
上澄部
　｜硫安（0.4飽和）添加
　｜遠心分離（4000rpm，15分）
C*　沈澱　　上澄部
　｜硫安（0.8飽和）添加
　｜遠心分離（4000rpm，15分）
沈澱
　｜透析（氷室中で20時間）
透析液
　｜アセトン（最終濃度70％）添加
　｜遠心分離（2000rpm，3分）
D*　沈　澱（6—100mg）

第 1 図　軟化起因物質の粗分離過程
（* は第 6 表参照）

以上の結果にもとづいて，第 1 図にしたがい軟化起因物質を粗分離したところ，100ml 搾汁液からの収量は 6〜100mg と実験ごとに著るしく異なった．粗抽出物の軟化作用力は罹病果の軟化度にほぼ比例するようであったが，

収量には必らずしも算術的比例をしない．第6表に1例を示すように，果実切片を完全に軟化（軟化度卌）するにたる粗物質濃度は搾汁液中の同濃度よりも低いから，本抽出標品が主として罹病柿果の軟化を起因するものと考える．

粗抽出物に対する蛋白分解酵素の作用：粗抽出物中に存在する軟化起因物質は熱に不安定で 100°C, 20分の加熱で作用力を失い，粗分離の過程で明らかなようにセロファン膜の透析で内液に残り，アセトンで沈澱し，硫安で塩析される．また第2表に示したように，作用力は pH に左右され，pH 5.0 で最大である．この諸性質から軟化起因物質は酵素と推定されるが，確認のため粗抽出物に蛋白分解酵素を作用させ，軟化作用力におよぼす影響を調べた．すなわち，科研プロナーゼ—P を最終濃度が50単位となるよう粗抽出物の水溶液に加え，McIlvaine 緩衝液で pH 7.0～7.2 とし 35°C に1.5時間保ってからとり出し，常法により果肉切片に対する軟化作用力を測定した（第7表）．それによると粗物質中の軟化作用はプロナーゼのために明らかに消失し，上記推定を支持する．

第6表　粗抽出物の柿果肉切片軟化作用

稀釈倍数	1	2	4	8	16	32
A*	卌	卌	卅	卄	+	+
B*	卌	卌	卅	−	−	−
C*	−	−	−	−	−	−
D*	卌	卌	−	−	−	−

* 第1図参照(B, C は透析後供試)

第7表　粗抽出物の軟化作用力に及ぼす蛋白分解酵素の影響

作用液	稀釈倍数 ½	1	2
粗抽出物＋プロナーゼ	−	−	−
〃　＋不活性プロナーゼ*	卅	卄	−
〃　＋　水	卌	卅	−
水　＋プロナーゼ	−	−	−

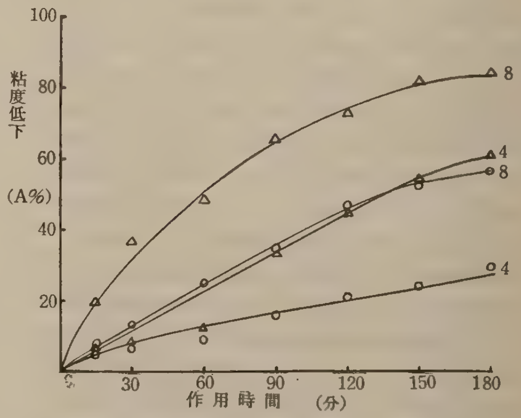
* プロナーゼ溶液を100°Cで30分間加熱

b）粗抽出物の多糖類分解作用

前項の結果から軟化起因物質を酵素と一応判定したが，植物組織の軟化崩壊を起因するものとしては，まずペクチン質分解酵素が考えられるので，罹病軟化果実から抽出した粗物質についてペクチンおよびペクチン酸に対する作用を検討した．ペクチン（関東化学 citrus pectin）は常法によりアルコールで，ペクチン酸は同ペクチンを苛性ソーダで鹼化後塩酸を加えてアルコールで精製した．また，参考までに CMC（島久薬品 sodium carboxymethylcellulose）の分解作用も測定した．

実験はすべて 35°C で行ない，pectin-methylesterase の場合以外は McIlvaine 緩衝液で作用液を pH 5.0 に規正した．粗抽出物を水に溶解して酵素液としたが，原液或いは2倍の稀釈度で切片を完全に軟化（軟化度卌）せしめる程度の軟化作用力のものを用いた．

粘度低下：ペクチン，ペクチン酸，および CMC の1%溶液に基質 3ml，酵素液 1.5ml，および緩衝液 1ml を混合し，所定時間後の粘度をオストワルド粘度計で測定し，梶[11]にしたがつて粘度低下度を算出した（第2図，第3図）．第2図で明らかなように，ペクチン酸に作用して粘度低下を示すので，polygalacturonase が存在するといえる．また，ペクチンに対してはペクチン酸のときの約2倍の強さを有するので，polymethylgalacturonase の存在が推定される（後述のように本抽出物は pectin-methylesterase の作用を示すので，断定はできない）．Exchange Lemon Products Company の citrus pectin (150 grade) を基質としても同

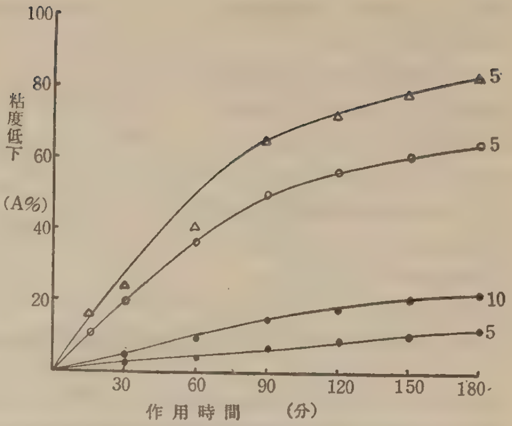


第2図　粗抽出物のペクチンおよびペクチン酸粘度低下作用

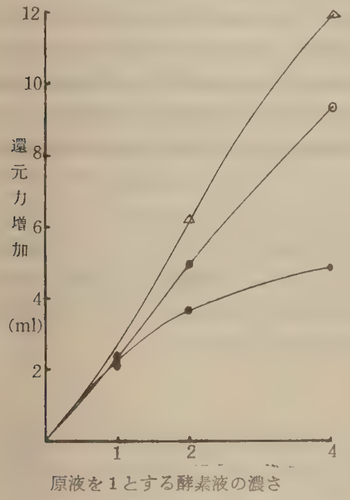
（△ ペクチン　○ ペクチン酸　4，8は酵素液濃さの対原液比数）

じ結果がえられた．また第3図で明らかなように，微弱ではあるが CMC の粘度低下もみられるので，cellulase Cx の存在がうかがわれる．

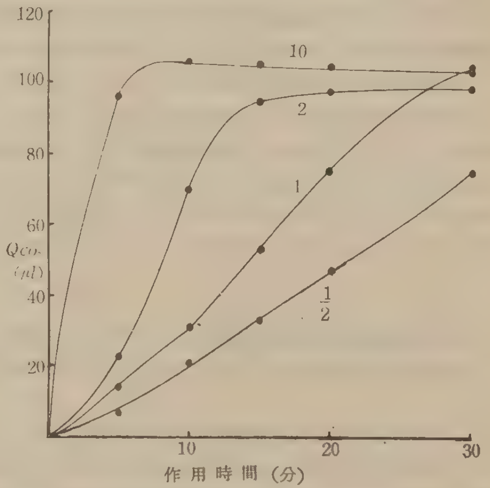
還元力増加：前記基質，酵素液各 2ml，および緩衝液 1ml にトルオール3滴を加え，20時間後に作用液 2ml 中における還元力増加を Somogyi-Shaffner-Hartmann 法で定量した．100°C，20分間加熱の酵素液を対照区としたが，第4図の通り，還元力増加はペクチンが基質のとき最大で，ペクチン酸これにつぎ，CMC で最も低い．本結果のみから糖化型多糖類分解酵素の存在を云々することはできないが，3種基質に対する作用力が粘度低下の場合と同一傾向にある点は注目される．



第3図　粗抽出物の CMC 粘度低下作用
（△ ペクチン　○ ペクチン酸　● CMC
5，10は酵素液濃さの対原液比数）



第4図　粗抽出物のペクチン，ペクチン酸，およびCMC還元力増加
（△ ペクチン　○ペクチン酸　●CMC
還元力増加は 2ml 作用液の消費した 0.005N $Na_2S_2O_3$ 溶液の ml 数）



第5図　粗抽出物の pectin-methylesterase
（½，1，2，10は酵素液濃さの対原液比数）

pectin-methylesterase：岡本ら[15]にしたがいワールブルク検圧計で測定したところ（第5図），明らかに pectin-methylesterase の作用がみとめられる．なお，反応前の作用液 pH 値6.9は反応終了後も殆んど変わらなかった．

(4) 軟化起因物質の生成に関する予備的実験

まず，ヘタムシに侵された果実がやはり速やかな軟化をおこすことから，天然のヘタムシ被害果のうち落果していない，異臭のない果実を採取し，前法にしたがって切片の軟化作用力を測定した．それによると（第8表），軟化作用力は pH 2.5〜6.0にみられ，最適 pH 値は4.0〜

第8表　ヘタムシに侵され軟化した柿果の汁液における軟化作用力

作用液 pH	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.5	6.0	6.5
軟化度	±	++	+++	++++	++++	+++	±	−

（果実軟化度　Ⅲ，稀釈倍数　8）

5.0 である．すなわち炭疽病罹病果汁液の場合と一致する．

つぎに接種果実の軟化初期に，病斑側および反対側汁液の軟化作用力を比較したところ（第9表）両者間にほとんど差異がない．また，反対側の果肉を無菌的に醤油寒天培地上においても炭疽病菌および雑菌は全く発育しないから，反対側に菌が侵入しているとも考えがたい．したがって，軟化初期の罹病果でも軟化起因物質は果肉全体に等しく分布していると考えられる．

第9表 接種果実の病斑側と反対側における軟化作用力

果実軟化度	区分	稀釈倍数					
		2	4	8	16	32	64
I	病斑側	+	+	±	±	±	±
	反対側	+	+	+	±	±	±
II	病斑側	+～卄	卄	卄	卄	+	+
	反対側	卄～卅	卄～卅	卄	卄	+	+

考察

罹病軟化果実より抽出した軟化起因物質は蛋白質であり，液化型 polymethylgalacturonase, 液化型 polygalacturonase, および pectin-methylesterase の作用を示した．また微弱ながら cellulase Cx の作用もみられた．従来軟腐性病害の軟化起因物質としては“protopectinase”或いは“pectinase”が提唱されていたが，現在はその存疑が在問視され[4], pectin-methylesterase, polygalacturonase, polymethylgalacturonase, maceration enzyme などのペクチン質分解酵素があげられている[4, 11]．柿果実の軟化は液化型 polymethylgalacturonase, 液化型 polygalacturonase, および pectin-methylesterase の協力作用による中葉ペクチンの分解現象であると推定する．

一般に植物病害の軟腐現象は病原菌の分泌する酵素によるものとされ[1,4,7,17]，多くの病原菌[1～10,12～14,16,17,19,20]で植物組織崩壊を起因する酵素が知られている．しかし，柿果においてはヘタムシに侵された果実でも速やかな軟化をおこし，その果肉中には炭疽病罹病果と同じ最適 pH を有する軟化起因物質が存在する．また，罹病果の軟果は病斑部を中心として進行せず，軟化初期すでに，菌は存在しないと考えられる反対側健全部に軟化起因物質が検出される．このような事実から筆者らは，炭疽病菌侵入によって刺戟をうけた柿果が自らペクチン質分解酵素を生産して軟化するとの疑いを濃くしているが，この点については今後さらに追究してみたい．

摘要

(1) 柿炭疽病罹病果は有傷接種後7～10日目頃から軟化をおこすが，未熟の健全果は30日後でも殆んど軟化しない．罹病果肉汁液の柿果肉切片軟化力は果実の軟化開始と同時に果実全体にあらわれ，軟化の進むにつれて強くなる．

(2) 柿果実切片の軟化起因物質は，硫安塩析，セロファン膜による透析，およびアセトン沈澱によって粗分離され，その軟化作用力は蛋白分解酵素により消失する．粗抽出物はペクチンに最も強く作用して粘度低下および還元力増加を示すが，ペクチン酸にも同様の作用を有する．また，pectin-methylesterase の作用がみられたほか，微弱ながら cellulase Cx の作用もみられた．したがって液化型 polymethylgalacturoase, 液化型 polygalacturonase, および pectin-methylesterase の協力による果肉中葉ペクチンの分解が柿炭疽病罹病果の軟化をひきおこすものと推定する．

引用文献

(1) 赤井重恭，大石親男：植物病害研究，**5** (1)，15—17 (1954).

(2) 浅田泰次：同上，**6** (3)，114—116 (1959).

(3) Beckman, H. C.: *Phytopath.*, **46** (11), 605—609 (1956).

(4) Cochrane, V. W.: Physiology of fungi, 115—119, New York, Jhon Wiley & Sons (1958).

(5) Fernando, M., Stevenson, G.: *Ann. Bot.*, N. S., **16** (61), 103—114 (1952).

(6) Gothoskar, S. S., Scheffer, R. P., Walker, J. C., Stahmann, M. A.: *Phytopoth.*, **45** (7), 381—387 (1951).

(7) 林金雄，樋浦誠：岐阜大農報，1，58—59 (1951).

(8)——，近藤弘：同上，1, 60—63 (1951).

(9) 一谷多喜郎，高橋実：日植病報，**24** (1)，60 (1959).

(10) 糸井節美：同上，**23** (1)，20 (1958).

(11) 梶明：香川大学農学部紀要，4，1—58 (1959).

(12) 木場三郎：農及園，**15** (6)，1275—1278 (1940).
(13) 宮川経邦：日植病報，**25** (1)，28 (1960).
(14) 西村正暘：鳥取農学会報，**11** (1)，42—46 (1956).
(15) 岡本辰夫，原田順厚：弘前大学農学部学術報告，4，51—54 (1958).
(16) 大谷快夫，田中良典：日植病報，**17** (2)，82—83 (1953).
(17) 小沢潤二郎，武田晃：農学研究，**37** (3)，37—40 (1947).
(18) 谷利一：香川大学農学部学術報告，**9** (3)，136—140 (1958).
(19) Waggoner, P. E., Dimond, A. E.: *Phytopath.*, **45** (2)，79—87 (1955).
(20) 山崎保子：農技研報，C8，37—50 (1957).

Résumé

When *Gloeosporium kaki* Hori, the causal fungus of kaki anthracnose, is inoculated on the kaki fruits wounded with a sterilized needle, softening occurs on the whole fruit within 7 to 10 days, while in control without inoculation it is very feeble even in about 30 days. Maceration activity of the juice pressed out of inoculated fruits gradually increases with the degree of softening. As the causal agent of fruit-softening, a certain tissue-macerating substance was crudely isolated from pressed juice through salting out, dialysis, and acetone treatment. The resulted preparation shows the activities of liquifying polymethylgalacturonase, liquifying polygalacturonase, and pectin-methylesterase.

Although the soft rot of plant diseases in general has been attributed to pectic enzymes secreted by pathogenic microorganisms, the authors obtained some data suggesting the possible production of tissue-macerating enzymes in question by infected fruit itself. (Received Nov. 30, 1960)

香川県における3種毒蛾の生態概説*

（四国地方における主要衛生害虫の生態学的研究　I）

松　沢　　寛・藤　井　幸　彦**

Ecological notes on the three species of urticating moths, *Euproctis flava, E. pseudoconspersa* and *E. similis* in Kagawa prefecture

(Ecological studies on some important insects from the sanitary view in Shikoku. I.)

Hiroshi MATSUZAWA and Yukihiko FUJI

緒　　言

第2次大戦後日本の各地においては，毒蛾の発生ないし毒蛾禍の問題がさかんに論じられているが(4)~(9)，香川県もその例にもれず，ほとんど毎年この種の話題が賑やかさを増している(12)．こうした情勢から世人の中には，第2次大戦後日本に急に毒蛾が増えてきたのではあるまいかと想像する向もあるが，近年の毒蛾発生の実情からして決して無理からぬことと思う(1)．けれども本邦における毒蛾（ここではとくにナミドクガ）の発生量が本当に増えてきたか，減ってきたかをここではっきりいい切ることは，この種の昆虫では非常にむずかしいことである．ある人は戦後の町や村の明るさが，次第に彼等をその近郊にけんせいしたために人体の被害をこうむる頻度も高まってきたのではあるまいかといっているが，これもたしかにうなずける点をもっている．しかしながらこうした問題を今ここでとりあげるのは本論文の本旨ではないので他日にゆずり，ここでは特に問題になるナミドクガ *Euproctis flava*, チャドクガ *E. Pseudoconspersa*, モンシロドクガ *E. similis*（クワを食害するものはクワノキンケムシすなわちモンシロドクガモドキ *E. xanthocampa* で *E. similis* ではないという説もあるが，ここでは井上 (1958)*** の考にしたがっておく）の3種について，その生態，発生の概要を過去数年の調査観察にもとずいて述べることにする．

本文に先だって，当研究室岡本秀俊教官ならびに応用昆虫学専攻学生諸君，林学研究室吉田重幸教官の助力に対し厚く感謝の意を表する．また名古屋市衛生局防疫係長松沢正三氏は名古屋市周辺のナミドクガ大発生（昭和29, 30）に関する事情説明書(6)，対策などについての多数の貴重な資料を寄せられ，益する処きわめて大であったし，香川県小豆郡土庄町，同大川郡大川町当局には各種の調査研究に多大の後援をいただいた．ここに特記して謝意を表する．

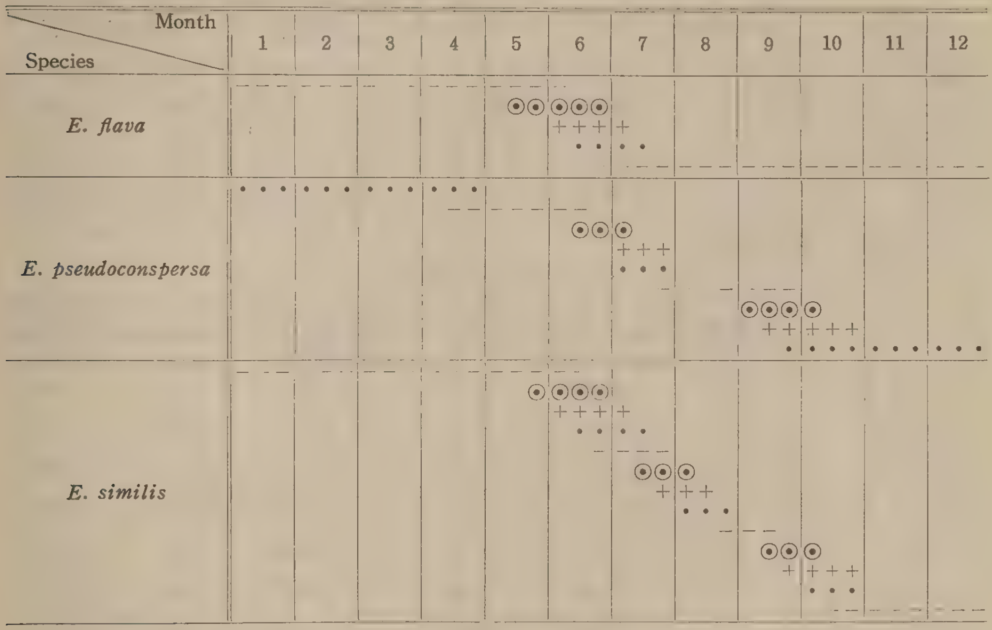
調査研究成績ならびに考察

1. 発　生　経　過

香川県における1年間の発生回数はナミドクガは1回，チャドクガは2回，モンシロドクガは年3回であって，西南日本 2, 3 の地方での調査成績と別にそれほどことなるところはない(1)(3)(5)(8)(10)．ただナミドクガについては，

* 香川大学農学部応用昆虫学研究室業績 No. 36.，本研究の一部は昭和34年度日本昆虫学会四国支部大会（高知）で講演.
** 香川県大川郡丹生保健所技師.
*** 江崎外6氏著：原色日本蛾類図鑑（下），（大阪，保育社）より

韓国水原では年2回の発生をなすという記録があるが[11]，詳細は不明である．香川県における経過の概要は**第1図**のようで，ナミドクガ，モンシロドクガは幼虫態で，チャドクガは卵態で越冬を行ない，ナミドクガは3月中下



+ Abult, • Egg, – Larva, ⊙ Pupa

Fig. 1. Life history chart of the three species of urticating moths, *Euproctis flava*, *E. pseudoconspersa* and *E. similis* in Kagawa prefecture.

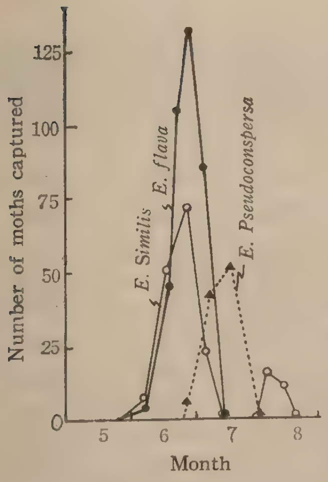


Fig. 2. Showing the emergence of the three species of urticating moths, *Euproctis flava*, *E. pseudoconspersa* and *E. similis* during the season from early summer to summer in *Kagawa* (1958).

旬，モンシロドクガは4月中旬頃から越冬から覚めた幼虫の春季活動がはじまる．一方チャドクガは，春になって卵から孵化し，幼虫のスティジに入るので，第1回目の発蛾も他の2者より若干おくれ，**第2図**のような関係となる．

チャドクガおよびモンシロドクガの第1回と第2回または第1，2回と第3回の発蛾の量的関係は十分には分らないが，ナミドクガの香川県における発蛾最盛期は，6月中下旬に当っており，年によっては7月上旬まで最盛期にかかることもある．尚越冬より春季活動に入る頃のナミドクガおよびモンシロドクガの幼虫令期は，それぞそ第14令および第3令のようで，爾後どん食をつずけて急速に生長を行なう．

2. 発　　　育

次にこれら3種毒蛾の発育について述べる．前述のようにこれらの3種は，もっとも被害の点で問題になりやすいので，比較のためそれぞれのスティジの発育所要日数を一括して**第1表**にかかげる．(但しナミドクガはクヌギ *Quercus acutissima*，チャドグガはチャ *Thea sinensis*，モンシロドクガはクワ *Morus bombycis* をもって飼育）卵期間はモンシロドクガはそれほど長くもないが，ナミドクガ，チャドクガは他の昆虫のそれに比して期間がやや長びく傾向があり，幼虫期間もどちらかというとそう

Tab. 1 Developmental period in days of the three species of urticating moths (1958～1959).

A. *Euproctis flava*

Stage	Number of individuals	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean (95%)	Variance	Coefficient of variation (%)
Egg	83*	16～20	17.98	17.83～18.14	0.52	4.00
Larva	87	306～326	315.72	314.68～316.76	24.52	15.68
Prepupa＋pupa (♂)	47	20～26	23.06	22.69～23.43	1.52	5.33
〃 (♀)	69	23～31	26.99	26.60～27.38	2.87	6.26

* Number of egg masses.

B. *E. pseudoconspersa*

	Stage	Number of individuals	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean (95%)	Variance	Coefficient of variation (%)
A	Egg	41*	156～206	175.90	175.59～176.21	0.95	0.55
	Larva	77	52～59	55.13	54.21～56.05	16.65	7.40
	Prep.＋pupa (♂)	32	10～16	13.25	12.78～13.72	1.71	9.89
	〃 (♀)	41	11～17	13.95	13.52～14.38	1.82	9.68
B	Egg	54*	14～17	15.56	15.32～15.80	0.73	5.46
	Larva	64	49～56	52.11	51.84～52.38	1.26	2.15
	Prep.＋pupa (♂)	65	9～18	13.58	13.13～14.03	3.47	13.70
	〃 (♀)	46	13～21	17.02	16.53～17.51	2.71	9.69

* Number of egg masses., A: The 1st generation (Hybernated at the egg stage),
B: The 2nd generation.

C. *E. similis*

	Stage	Number of individuals	Min.～Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean (95%)	Variance	Coefficient of variation (%)
A	Egg	—	—	—	—	—	—
	Larva	67**	206～226	215.20	213.81～216.59	33.58	2.69
	Prep.＋pupa (♂)	57	11～18	14.51	14.12～14.90	2.26	10.34
	〃 (♀)	65	14～23	19.47	19.02～19.92	3.57	9.71
B	Egg	72*	5～7	5.96	5.82～6.10	0.35	9.90
	Larva	84	21～27	24.08	23.84～24.32	1.22	4.57
	Prep.＋pupa (♂)	46	8～10	9.07	8.95～9.19	0.16	4.41
	〃 (♀)	36	9～12	10.08	9.83～10.33	0.52	7.14
C	Egg	73*	7～9	8.01	7.89～8.13	0.27	6.49
	Larva	79	19～25	21.95	21.74～22.16	0.88	4.28
	Prep.＋pupa (♂)	56	9～16	12.25	11.88～12.62	2.09	11.84
	〃 (♀)	61	12～20	16.00	15.59～16.41	2.71	10.31

* Number of egg masses, ** Hybernated at the larval stage.
A, B, C: The 1st, 2nd, 3rd generation.

した傾向がつよい．もっともナミドクガは，その幼虫期間に 15〜16 令を経過し，チャドクガは8〜9令を経過するので，5令経過のモンシロドクガとはずい分な相違があるのは当然で，こうした経過令数こそもっともそれぞれのドクガの生理生態的特性をよくしめすものであろう．

次に在繭期間（前蛹期+蛹期）は一般にナミドクガが特に長く，平均して20日あまり，チャドクガはそれに次いで長く13日内外で蛾の中では比較的長い方である．しかしモンシロドクガはそれらに比較するとやや短かく，とくに夏季のものは10日足らずで羽化してしまう．こうした発育速度が年間の発生回数を規定することは当然一つの適応にはちがいないが，これら3種のかなり近縁なる間柄を考察する時興味深いものがある．前蛹期は概していずれも3〜5日位で，一般にナミドクガは数日雌の方が雄より遅れて羽化脱出する傾向があり，またそうした報告もあるが[8]，初発の早晩は著者（松沢）の香川におけるこれまでの調査では，ほとんど同時かもしくは1，2日雌の方がおくれる程度のことも少なくなく，こうしたことをあまり強調することはかえって誤解を招くおそれがあると思う．他の2種でもナミドクガとほぼ同様で，一般に雄の方が1〜3日位早く羽化脱出する傾向は存する．

成虫の寿命については従来あまりよく調べられてはいないが，ナミドクガについては7〜9日で，1〜2日雄の方が雌より長命であるという報告がある．けれども著者の過去の調査では，第2表のようにいずれの種類とも平均して7，8日位で，また一般に雌の方が1，2日雄より長命の傾向が認められた．

TAB. 2. Duration of surviving in days of the adult moths (1959).

Species & Sex			Number of individuals	Min.〜Max.	Sample mean	Confidence limit of population mean (95%)	Variance	Coefficient of variation (%)
E. flava		♂	55	4〜13	8.41	7.94〜 8.88	3.25	21.40
		♀	72	5〜14	10.04	9.63〜10.45	3.12	17.63
E. pseudo-conspersa	(A)	♂	41	4〜10	6.86	6.43〜 7.29	1.75	19.24
		♀	38	5〜11	7.92	7.53〜 8.31	1.40	14.90
	(B)	♂	66	4〜12	7.50	7.13〜 7.87	2.33	20.40
		♀	63	6〜14	9.95	9.58〜10.32	2.24	15.08
E. similis	(A)	♂	36	3〜10	6.16	5.70〜 6.64	1.91	22.37
		♀	46	4〜11	6.96	6.53〜 7.39	2.16	21.12
	(B)	♂	87	4〜11	6.98	6.67〜 7.29	2.27	21.63
		♀	51	5〜12	8.22	7.77〜 8.67	2.66	19.83
	(C)	♂	47	4〜10	6.79	6.38〜 7.20	2.03	20.92
		♀	49	5〜13	8.96	8.47〜 9.45	3.07	19.53

さて，従来の報告の中には，ナミドクガやチャドクガなどはある程度の大きさをもった集団のままでないと生育が不可能もしくは不良になってしまうという結果を示めしたものが2，3存する[8]．このことは事実とすれば生物学的にはきわめて興味ある問題といわざるを得ないが，その解釈に当っては生理的あるいは生態的などいくつかの見解が生ずるのは当然であろう．この点に関して著者らの研究室でも目下ナミドクガの場合について実験中であるが，現在の段階から推定を下すならば，この問題は孵化後の第1，2令幼虫が他の個体と体毛を接して定位しない限り，きわめてさかんな移動を行なう（他の個体をさがし求めてそれと体毛を接してならんではじめて安定状態に達する）習性ともきわめて大きな関係をもっているということが言えそうで，したがって1頭1頭にばらされた個体は安定状態に達するまで移動をくり返してほとんど餌につくことがない．現在の実験の進行段階では，少なくとも数頭以上の集団を形成しさえすれば安定状態を保って正常な摂食をつづけ，生長を行なうこと，まったくの単独飼育でもきわめて低率ではあるが摂食を行なって生長していくものが存すること，少なくとも数頭以上の集団飼育では，棲息密度が大なる程生育率が良く，生長が速やかであるとはいえず，むしろとくに生長の早いものは低密度の区または単独飼育区において見られるといったことが分ってきつつある．しかしいずれにしてもこれらのドクガ類の集団形成は生物学的にきわめて興味をひく問題であるが，その機構は割合に単純なもののように推測される．

3. 食 性

チャドクガは通常チャ *Thea sinensis*, サザンカ *Camellia, Sasanqua*, ツバキ *C. japonica* を食し，モンシロドクガはクワ *Morus bombycis*, アカメヤナギ *Salix glandulosa*, カワヤナギ *S. gracilistyla*, ナガバカワヤナギ *S. Gilgiana*, プラタナス（スズカケノキ） *Platanus orientalis*, クヌギ *Quercus acutissima*, カキ *Diospyros Kaki*, ナワシログミ *Elaeagnus pungens* などを食し，時としてザクロ *Punica Grantum* を食することもある．しかし従来モンシロドクガは，クワその他2，3の植物のみを食するいわゆる Oligophagous の種類と考えられていたようであって，この点は一つ見直さなければならない．問題のもう一つの生態品種（クワその他につくものは *Euproctis xanthocampa* であるとする説にとっては，それに対応する *E. similis* の方）はサクラ *Prunus* その他の植物を食するといい，幼虫に斑紋，体色などの形態的な相違があるというが，この間の事情についてはなお検討の余地がある*。

ナミドクガは典型的な Polyphagous な昆虫に数えられるであろうが，従来その食草として記録されたものだけでも39科 110種にのぼっている(8)．しかしそれらの中には真の意味での食草として若干あやしいものも含まれており，一応 100種内外と見込む方が穏当かも知れない．もちろん著者等は従来未記録の食草を新たに若干知り得たのではあるが，それを追加するにしてもそれほど増加するわけではない．

ところでナミドクガの特に嗜好する植物は，香川県下での著者等の調査にもとずくと，イバラ科植物 *Rosaceae* ではノイバラ *Rosa multiflora*, モミジイチゴ *Rubus palmatus* forma *coptophyllus*, ブナ科植物 *Fagaceae* ではアベマキ *Quercus variabilis*, クヌギ *Q. acutissima*, コナラ（ハハソ） *Q. serrata*, アカガシ *Q. acuta*, マメ科植物 *Leguminosae* ではヤマフジ *Wistaria brachybotrys*, ツツジ科 *Ericaceae* の植物ではナツハゼ *Vaccinium ciliatum*, モチツツジ *Rhododendron molle* var. *japonicum*, タデ科植物 *Polygonaceae* ではイタドリ *Polygonum reynoutria*, カバノキ科植物 *Betulaceae* ではヒメヤシャブシ *Alnus multinervis* およびヤシャブシ *Alnus firma*などであるが，クルミ科 *Juglandaceae* のノグルミ *Platycerya atrobilacea*, マメ科のヤマハギ *Lespedeza bicolor* var. *japonica*, カラスノエンドウ *Vicia sativa*, クスノキ科 *Lauraceae* のヤマコウバシ *Benzoin glaucum*, イバラ科のヤマザクラ *Prunus donarium* var. *Spontanea*, タデ科のスイバ *Rumex Acetoza*, グミ科 *Elaeagnaceae* のナワシログミ *Elaeagnus pungens*, トウダイグサ科 *Euphorbiaceae* のアカメガシワ *Mallotus japonica*, ユリ科 *Liliaceae* のサルトリイバラ *Smilax China*, ツバキ科 *Theaceae* のヒサカキ *Eurya japonica*, ウラボシ科 *Polypodiaceae* のワラビ *Pteridium aquilium* なども若干食害し，またリンゴ *Malus pumila* var. *dulcissima*, ビワ *Eriobotrya japonica*, カキ *Diospyros Kaki*, モモ *Prunu Persica*, ナシ *Pyrus Simonii*, オランダイチゴ *Fragaria chiloensis* var. *ananassa*, ソラマメ *Vicia Faba*, ハダカムギ *Hordeum vulgare* var. *nudum*, チャ *Thea sinensis* などの果樹や農作物にもよく加害を認めた．

けれどもナミドクガは自然状態でははじめからしまいまで同じまたは同様な植物だけを食するものではなく，次々に食草の転換をなす．すなわち香川県では，はじめクヌギ，アベマキクヌギなどに産卵を行ない，孵化した幼虫は大体その場所でそれらの植物の葉を食して生長し**〔第1期〕一応越冬にはいることとなるが，早春ふたたび活動だ開始した幼虫は，今度は主としてモチツツジを食して集団のまま生長をつずける〔第2期〕。山野ではこの頃まをそれ以外に食するもの（葉）がないからでもあろう．やがて今度は次第にモチツツジをはなれて，ヤマフジ，カシ，クヌギその他多数の植物を食物とするようになり，次第に少数個体よりなる集団に分かれていわゆる分散を開始する前兆を示すようになるが〔第3期〕，やがて分散して今度はイタドリを主として求めるようになり〔第4期〕，間もなく営繭蛹化を開始する．

従来ナミドクガの食性については，春季その集団が次第に解かれ分散していくことがいろいろな植物を食する結果をひきおこすといわんばかりの説明を与えている場合があるが，著者等は香川県下の多発地帯の幼虫群の大勢の

* 最近，野口圭子もこの問題について簡単な報告を行なった（第20回日本昆虫学会．大阪，1960—10—14～16)。

** 名古屋市東辺丘陵地帯ではこうした若令幼虫はほとんど日中は落葉下にひそみ，夜間出でて摂食を行なったという．

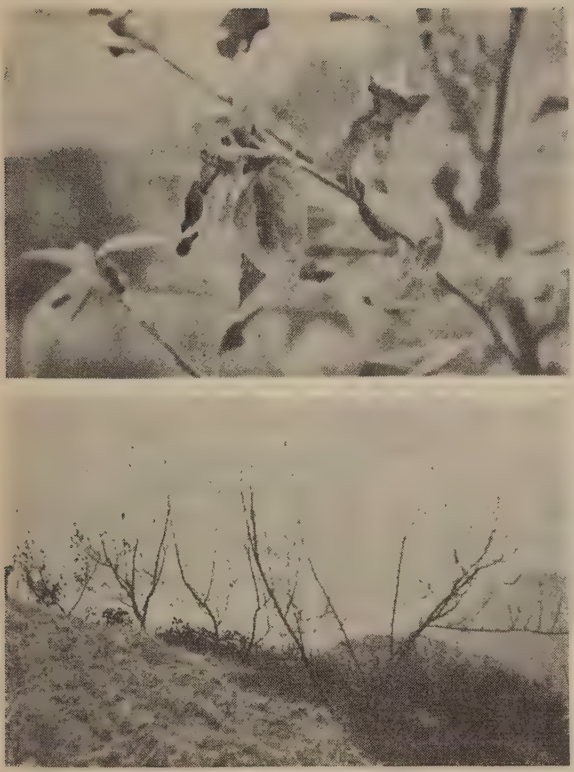


FIG. 3 Larvae of the Far Eastern urticating moth, *Euproctis flava* on the leaves of apple and the damage of apple trees in the orchard by them (TESHIMA, KAGAWA. 1958.).

動きを季節的に追跡してみて，もっと生理的な見解に立っている．すなわち，生理的要求に応じて彼等は食物の転換をなそうとし，このことがかたい彼等の集団性を次第にゆるめさせていくと解釈したいのである．集団性を解くといっても，決して一時に1匹1匹バラバラに無方向に分散することはなく，当分の間は少数個体よりなる集団性の名残りがもちつづけられ，老熟期にはいってはじめて解かれた形となる．しかも大勢的には明らかにその時期その時期に求めているものがあると観察の結果考えられるからである．多種多様しかもほとんど無尽蔵の食餌植物の生育している中にあってさえ，彼等はその中からえらんだAからB，またはBからCへの食物転換をどうしてもある時期に立ち到ると余儀なくされるように自然状態においては感じられる．**第3図**に示したようなリンゴ園あるいはモモ園などへの大量進出（昭和33年春，香川県豊島では，モチツツジの生育の多い雑木林からヤシャブシ植栽林へ移動し，さらに麦畑，リンゴ園に大量に進出し，昭和34年春は香川県大川郡下で，同様な雑木林からモモ園に大量に進出した）もこうした生理的要求にもとずいた食物転換につながるものではなかろうか．

4　香川県下のナミドクガ多発林相

チャドクガやモンシロドクガ（現在の香川県では，大きな桑園はほとんどなくなり，名残りをとどめる路傍の桑株に多く発生する）については今さら詳述するまでもないのでここではナミドクガの多発地の林相について述べることにする．

従来ナミドクガの多発地については，2，3の簡単な報告があるが，一般にあまり深い森林などである場合はほとんどなく，比較的村落に近い浅い林であるか，交通路に近い瘠悪林地といったような場所が多い．香川県の場合もやはり同様で，ほとんどが集落に近い処である．しかも落葉樹種の混生歩合の高い，いわゆる疎林で，同時に前記のモチツツジその他の生育がきわめて顕著な場所である　今一つの例として昨年（1959）激発をみた香川県大川郡田面峠付近の林相解析の結果を示すと**第4図**および**第3表**の如くであって，同じく昨年の多発区域であった木田郡三木町田中奥の場合も概観的にはほとんど同様であった。

調査の結果判明したことは，発生区域内にはナミドクガの特に嗜好する植物が，ほとんど無尽蔵といってさしつかえないほどに高い頻度でもって生育しており，いかにもといった感がつよい．

もとより香川県は，概して瘠悪な疎林ばかりであって，コナラ，クヌギ，アベマキクヌギその他の落葉樹の混生歩合の比較的高い，第3表のごとき植物を含む林地に富んでいるが，ナミドクガの多発環境としては，きわめて好適な条件下にあると判断される．したがって将来も随所に局所的多発時には激発をみるものと予想せられる．

ナミドクガの多発地となり易い条件としては

1. クヌギ，アベマキクヌギ，コナラその他の産卵の対象となる落葉樹の混生歩合が比較的高いこと．

2. 越冬から覚めた直後の，早春の食餌植物として，普通もつとも重要な役割をはたすモチツツジの生育の多い処であること．

3. 発育段階に応じて彼等の求める各種の食餌植物の存在度が比較的高いこと．

4. 疎林でしかも越冬も容易であるような環境．

というような事項が一応考えられるが，樹高の比較的低い，いわゆる落葉灌木の丘陵地といった植物景観の処にも大発生をみる場合のあることは，近年の名古屋市周辺での激発の実例(6)からも明らかである．

ナミドクガの越冬場所は，通常風当りの比較的少ない丘陵地などの凹所や，日当りの良い草むらなどの落葉下であることが多いが，丘陵地の茶園なども越冬ということからみるときわめて好適な環境となりうるようで，香川県大川郡田面峠付近では，このことにまつわる問題がかなり世人の注目をひいたことは事実である．しかしてナミドクガが春越冬から覚めて，実によく茶の葉を嗜食して当分の間の生長を重ねるものであることも真実である．

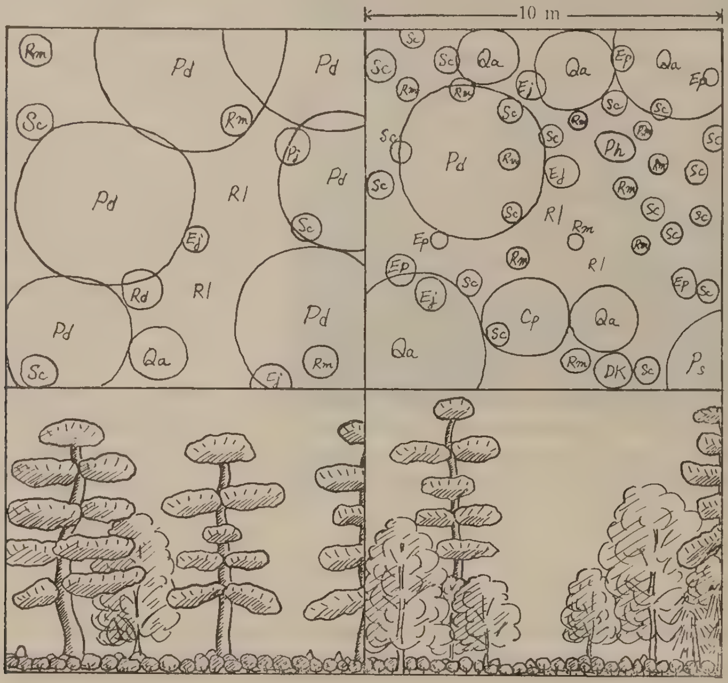


Fig. 4. Showing the vegitation of wood where the outbreak of the Far Easterm urticating moth, *Euproctis flava* was seen (Ōkawa, Kagawa, 1959).

Cp : *Castanea pubinervis* Schneid (*Kuri*).
DK: *Diospyros Kaki L. fil.* (*Kaki*).
Ej : *Eurya japonica* Thunb. (*Hisakaki*).
Ep : *Elaeagnus pungens* Thunb. (*Nawashirogumi*).
Pd : *Pinus densiflora* Sieb. *et Zucc.* (*Akamatsu*).
Ph : *Pueraria hirsuta* Matsum. (*Kuzu*).
Pj : *Pieris japonica D.* Don. (*Asebi*).
PS : *Pleioblastus Simoni* Nakai (*Medake*).
Qa : *Quercus acutissima* Carruth. (*Kunugi*).
Rd : *Rhododendron dilatatum* Miq. (*Mitsuba-tsutsuji*).
Rl : *Rhododendron linearifolium* Sieb. *et Zucc.* var. *macrosepalum* Makino (*Mochitsutsuji*)
Rm: *Rosa multiflora* Thunb. (*Noibara.*)
Sc : *Smilax china L.* (*Sarutoriibara*).

TAB. 3. List of vascular plants from TAZURA-TÔGE, ÔKAWA, KAGAWA Pref. where the outbreak of the Far Eastern urticating moth was seen (1959).

1. FAM. *Compositae*
   Artemisia Absinthium L., A. vulgaris L. var. *indica Maxim., Aster trinervius Roxb.* var. *Congestus Franch. et Sav., Chrysanthemum Makino Matsum. et Nakai, Cirsium japonicum DC., Lactuca dentata Makino, L. stolonifera Maxim., Pertya Scandens Sch. et Bip., Sonchus oleraceus L,. Taraxacum platycarpum Dahlst.*
2. FAM. *Caprifoliaceae*
   Ionicera gracilipes Miq. var. *glabra Mik., Viburnum erosum Thunb., V. dilatatum Thunb.*
3. FAM. *Gentianaceae*
   Crawfurdia japonica Sieb. et Zucc., Gentiana scabra Bunge var. *Buergeri Maxium.*
4. FAM. *Ebenaceae*
   Diospyros Kaki L. fil.
5. FAM. *Primulaceae*
   Lysimachia clethroides Duby.
6. FAM. *Myrsinaceae*
   Ardisia japonica Bl.
7. FAM. *Ericaceae*
   Pieris elliptica Nakai, P. japonica D. Don., Rhododendron dilatatum Miq., R. lineari-folium Sieb. et Zucc. var. *macrosepalum Makino, Vaccinium ciliatum Thunb, V. Buergeri Miq.*
8. FAM. *Araliaceae*
   Kalopanax ricinifolius Miq.
9. FAM. *Elaeagnaceae*
   Elaeagnus pungens Thunb.
10. FAM. *Violaceae*
    Viola mandshurica W. Beck., V. grypoceras A. Gray.
11. FAM. *Theaceae*
    Camellia japonica L, Eurya japonica Thunb.
12. FAM. *Celastraceae*
    Euonymus alata Sieb. forma *striata Makino*
13. FAM. *Anacardiaceae*
    Rhus trichocarpa Miq., R. javanica L.
14. FAM. *Euphorbiaceae*
    Mallotus japonicus Muell. Arg.
15. FAM. *Leguminosae*
    Aeschynomene indica L. Desmodium racemosum DC., Indigofera pseudo-tinctoria Matsum., Lespedeza bicolor Turcr. var. *japonica Nakai, L. cuneata G. Don., L. pilosa Sieb. et Zucc. Pueraria hirsuta Matsum., Vicia sativa L., V. Cracca L.* var. *japonica Miq., V. tetrasperma Moench.. Wistaria brachybotrys Sieb. et Zucc.*
16. FAM. *Rosaceae*
    Prunus donarium Sieb. var. *Spontanea Makino, Rosa multiflora Thunb., Rubus palmatus Thunb. forma coptophyllus Makino.*
17. FAM. *Saxifragaceae*
    Deutzia crenata Sieb. et Zucc.
18. FAM. *Lauraceae*
    Benzoin glaucum Sieb.
19. FAM. *Lardizabalaceae*
    Akebia trifoliata Koidz.
20. FAM. *Caryophyllaceae*
    Dianthus superbus L.
21. FAM. *Polygonaceae*
    Rumex Acetosa L., Polygonum Reynoutria Makino.

22. Fam. *Moraceae*
Ficus erecta Thunb.
23. Fam. *Fagaceae*
Castanea pubinervis Schneid., Quercus acuta Thunb., Q. aliena Bl., Q. serrata Thunb., Q. glauca Thunb., Q. acutissima Carruth., Q. variabilis Blume,
24. Fam. *Butulaceae*
Alnus firma Sieb. et Zucc., A. maltinervis Call.
25. Fam. *Juglandaceae*
Platycarya strobilacea Sieb. et Zucc.
26. Fam. *Salicaceae*
Salix gracilistyla Miq.
27. Fam. *Orchidaceae*
Cephalanthera falcata Lindl., Cymbidium verescens Lindl.
28. Fam. *Amaryllidaceae*
Lycoris radiata Herb.
29. Fam. *Liliaceae*
Polygonatum falcatum A. Gray, Smilax china L.
30. Fam. *Cyperaceae*
Carex conica Boott.
31. Fam. *Gramineae*
Imperata cylindrica Beauv. var. *Koeniggii Durand et Schinz., Miscanthus sinensis Anderss., Pleioblastus Simoni Nakai, P. variegatus Mak.* var. *viridis Makino* forma *glabra Makino.*
32. Fam. *Cupressaceae*
Chamaecyparis obtusa Endl.
33. Fam. *Taxodiaceae*
Cryptomeria japonica D. Don.
34. Fam. *Pinaceae*
Pinus densiflora Sieb. et Zucc.
35. Fam. *Polypodiaceae*
Dryopteris decursive-pinnata O. Kuntze, D. erythrosora O. Kuntze, Polypodium Thunbergianum Makino, Pteridium aquilinum Kuhn, Polystichum aculeatum Schott var. *japonicum Christ.*
36. Fam. *Gleicheniaceae*
Gleichenia glauca Hook., G. linearis Clarke.
37. Fam. *Osmundaceae*
Osmunda japonica Thunb.

5. 発蛾最盛期

香川県におけるナミドクガの発蛾は通常6月上旬から7月上旬にわたるが，いわゆる発蛾最盛期は6月下旬に当っている．昨年（1959）の観察では，6月22日～同29日頃が丁度それに当ったが，4基の蛍光誘蛾灯によって著者等が誘殺した蛾数の日々変動は第5図*のごとくであった．性別にこれをみれば，概して発蛾初期には雌蛾より雄蛾の割合が高く，後に至るにしたがって雌蛾の割合が次第に増加して来るが，こうした事情は他の地方たとえば多治見地方でもすでに観察されている(5)．

ところでいわゆる最盛期における雌雄蛾の割合は，やはりはじめは若干雄蛾の割合が高いようであ

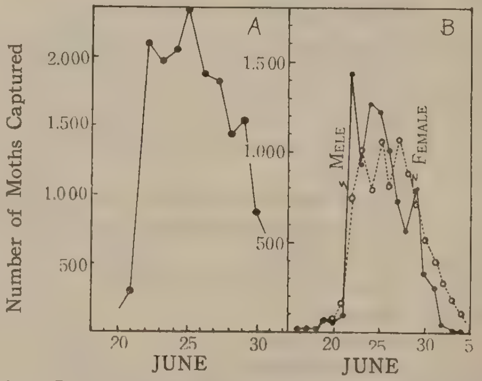


Fig. 5. Fluctuation curves of the number of moths, *Euproctis flava* captured by four fluorescent lamps at Ōkawa, Kagawa (1959).

* 香川県医師会誌 12 (1). 1959（20頁）および防虫科学 25 (1). 1960（44頁）の図は，第5図の如く修正する．

るが，間もなくかえって雌蛾の割合が雄より高くなってしまう．こうした雌雄比の逆転の起る頃が兵庫県でみられた場合[4]のようにいわゆる発蛾最盛期の中期に当っているが，多治見地方での調査例[5]ではこの間の事情がやや不明瞭である上，雌蛾の絶対量がどうしたものか雄に比較して一般的に低いようである（著者等の経験では，誘蛾灯の光源取付位置とくにその地上よりの高さなどによって若干のちがいが生ずるように思う．一般に雄蛾は光源の付近でもそそっかしい行動をしめすことが多く，身軽なためにかなり高い処にもとび上れるが，雌蛾は非常に鈍重で灯よりもむしろ下方の下草や器物に静止してしまうことが多い)．

本県の発蛾最盛期と岐阜県[5]あたりのそれを比較するに，岐阜県では通常6月15．16日頃から同24，25日位までのようであるから，数日ないし1週間位香川県より早い傾向がある．しかしこうした事情は年により若干のちがいは起りうることであろう．

ところでチャドクガは年2回（7月，9〜10月)，モンシロドクガは年3回（6月，8月，10月）の成虫出現期があるが，どの時期の発生がもっとも多いかは場所によりまた年にもよるので一概にはいえない．しかし著者等の従来の観察では，モンシロドクガは本県においては第1化期の発蛾量が比較的多く，もっとも顕著な山をつくるように思われる．

6 大 発 生

かってチャドクガやモンシロドクガも年によって大発生をなした記録があるが[3][10]，近年はあまりそれをきかない．とくにモンシロドクガは，近年における桑園面積のいちじるしい全国的な減少によって，以前とはずい分ことなった事情になって来たことは争えないことと思う．しかしナミドクガの大発生は，近年頻繁に各地で報ぜられ問題となった．

従来のきわめて乏しい資料からではあるが，ナミドクガは大体8年位の周期をもってそれを繰り返えすものと考えられ，近年はさらにこうした大発生のピークが，北から南へ向って起るのではないかなどといろいろ論議されている．昭和29，30，31年と愛知県，岐阜県，兵庫県にナミドクガの異常な大発生が見られたことは，多くの記録[4][5][6]にもとどめられ記憶にも新らしいが，香川県では昭和33年（小豆郡豊島地方)．昭和34年*（大川郡大川村田面峠附近一帯）と従来みなかった大量発生が認められた．それがそもそもの大発生のピークというものであったかどうか（強力な防除作業を行なったので)，大発生といってもそれぞれの土地の事情によって若干現われ方がちがう場合もあるので，よく分らないフシもあるが，いずれにしても後者の場合などは過去3年位増えに増えて大方その極に達する状態であったことは間違いない．しかして昭和35年には，防除の効果も相当に大であった[2]とはいえ，前年全域的にかなりの多発をみた香川県東部各地とも極度に発生数の減少を来たした．木田郡三木町付近でも，**第4表**のように昭和35年には極度の減少を見た．

Tab. 4. Number of adults of the Far Eastern urticating moth flight to the light trap during five days at the period of the peak of emergence.
Mikichô (Ikenobe), Kagawa., 1957〜1960.

Year \ Trap	A	B	C	Total
1957	4	9	—	13
1958	30	77	198	305
1959	91	252	560	903
1960	0	4	3	7

A: Fluorescent lamp (Day-light, FL-20D)
B: 〃 (Blue, FL-20B)
C: 〃 (Chemical, FL-20BL)

前述のナミドクガの大発生の8年周期説がいかなる程度に信頼できるものであるか，また香川県での特異性がこうしたことの中にも認められるかどうかという問題は，もちろん今後の調査研究に俟つほかはないが，7，8年目毎に急激に個体数を激増して大発生を現出するといったタイプではなく，その2〜3年前からかなり目立った個体数増加を来たし，ついに大発生のピークに至るといったタイプに属するものではあるまいか．著者等は単なる憶測でなく香川県における過去数年の体験からかかる推察をなすものである．

7 増 殖 能 力

成虫は静止する時は両翅を屋根形にたたんで各肢をのばし，器物に接着する姿勢をとる．一般に午後羽化するもの

* この年には徳島県鳴門地方でもかなりな大発生をみた．

が多いが，多くは初日から交尾を行ない，時に2日目の夕刻よりこれを行なうものもある．交尾時間はかなり長く，ナミドクガでは20時間前後にもわたるのが普通である．交尾は尾端を接して直線的に連結し，雄蛾は後半身を雌蛾の翅下にかくされたような状態をしめす．

3種のドクガはいずれも交尾終了後は直ちに産卵を開始するが，通常1～4卵塊，平均2卵塊位を産下するが，いずれも**第6図**のように鱗毛をもって表面を掩う．産卵は食餌植物の葉裏になすことが多いが，もちろん例外も認められ，比較的せまい容器内では器物の壁などに産着することもある．

これらの3種のドクガの1雌成虫当りの産下卵数はきわめて多く，調査の結果は**第5表**の如くである．したがって環境抵抗などという問題を一応ぬきにして考えるならば，相当に増殖力の大きな昆虫ということができよう．

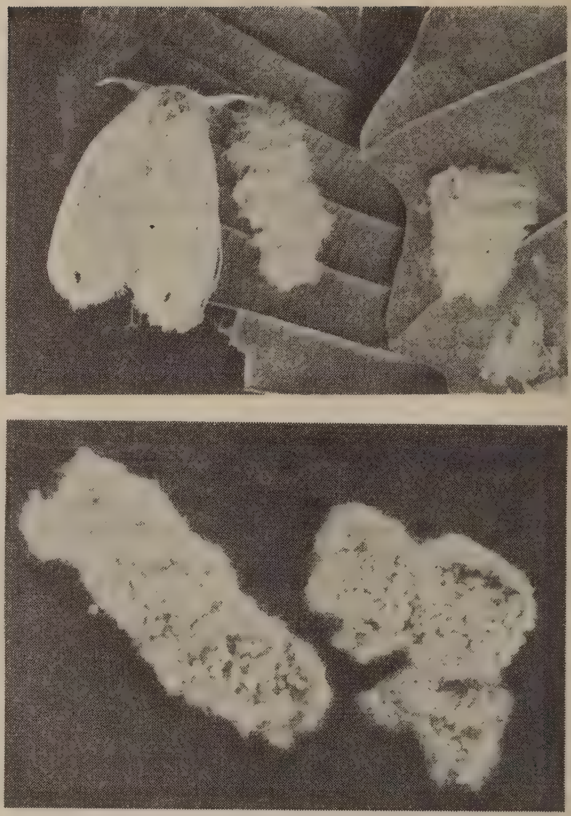


Fig. 6. Egg masses of the Far Eastern urticating moth, *Euproctis flava*.

Tab. 5. Fecundity per female adult of each species of urticating moth.

Species	Number of individuals tested	Min.～Max.	Mean
E. flava	20	692～1280	987.4
E. pseudoconspersa	10	184～ 311	241.0
E. similis	10	216～ 603	425.2

8 天　　敵

今日までに知られたこれらのドクガ類の天敵は，かなりに多く，およそ10種のものが知られている．しかし著者等が香川県下で実際に確認しているものは次のようであって，種類としてはそれほど多くはない．しかしヤドリバエ類 *Tachinidae* によるナミドクガの被寄生率はかなりに高く，5～10%時に20%内外のこともある．大発生時に疾病（恐らく Virus 病）にたおされる幼虫数はきわめて大のようで，昨年（1959）大川郡田面峠一帯の大発生時には50%もしくはそれ以上も疾病に犯されてたおれたものと見込まれる．

寄生性双翅目：

キナコハリバエ	*Carcelia excisa Fallén*	（ヤドリバエ科 *Tachinidae*）.
ブランコヤドリバエ	*Eutachina japonica Townsend*	（　〃　）.
サンセイハリバエ	*Exorista confinis Fallén*	（　〃　）.
ドクガヤドリバエ	*Sturma picta Baranoff*	（　〃　）.

寄生性膜翅目：

種名不詳の1種（目下検討中）.

疾　　病：

Virus 病の1種（*Borrelina dokuga Aizawa et al ?*），寄生菌病の1種.

摘　　要

ナミドクガ，チャドクガ，モンシロドクガの3種のドクガの生態を明らかにするために，昭和31年（1956）以来研究を行ない，おおむね次のような成績を得た.

1) 香川県における1年間の発生回数はナミドクガは1回，チャドクガは2回，モンシロドクガは3回で，その経過図は第1図の如くである.

2) これら3種のドクガの自然状態における発育所要日数は第1表のようであるが，ナミドクガは15～16令，チャドクガは8～9令，モンシロドクガは5令を経過して営繭蛹化する.

3) チャドクガはチャ，サザンカ，ツバキなど，モンシロドクガはクワ，各種のヤナギ類，プラタナス，クヌギ，カキ，ナワシログミ，ザクロなどの葉を食するがナミドクガは一層多種類の植物を食し，現在39科100種以上の食餌植物が知られている．香川県下の山林内における食餌植物については，本文中に詳述したが，イバラ科，ブナ科，マメ科，ツツジ科，タデ科，カバノキ科などに属する約12種ならびに約9種の果樹および作物が顕著に食害せられた．とくにナミドクガは生長するにつれて次第に各種のことなった植物を食するようになるが，それでもかなり選択性がつよく，やはり生理的要求にもとずくものと考えられた.

4) 香川県下のナミドクガの多発林相は第3図にも示したように一般に落葉樹の多い比較的浅い山林である.

5) チャドクガは7月と9～10月，モンシロドクがは6月，8月および10月の3回成虫の羽化が見られる．ナミドクガは6月上旬から7月上旬にかけて1回だけ羽化してくるが，そのピークは通常6月下旬（22～29日頃）にあたる.

6) ナミドクガの成虫出現期の初期には一般に雄蛾が多く，後期には逆に雌蛾が多いが，性比の逆転の起る頃が丁度発蛾最盛期の中期にあたる.

7) 近年香川県におけるナミドクガの大発生は昭和33年（1958）に小豆郡豊島，昭和34年（1959）には大川郡大川村で相当大きな規模で起った．しかしていずれの場合にも農作物に大被害が見られた.

8) これら3種のドクガの1雌成虫あたりの産卵数は第5表の如くで，かなり多い方に属する.

9) 成虫の寿命はいずれも7～8日位であるが，雌の方が1，2日長命の傾向が認められた.

10) 有力な天敵としてはヤドリバエ科に属するものが3，4種存するが，伝染性のはげしい疾病も存するようであった.

引　用　文　献

(1) 松沢　寛：香川県医師会誌，**12,** 19,（1959）.

(2) ――――・藤井幸彦：防虫科学，**25,** 41,（1960）.

(3) 南川仁博：農作害虫新説（湯浅・河田編），408―412，東京―朝倉書店,（1952）.

(4) 宮田彝徳・増住正明：衛生動物，**8,** 100,（1957）.

(5) 森下哲夫：衛生動物，**8,** 53,（1957）.

(6) 名古屋市衛生局：本市における毒蛾の発生と対策の概況，32P,（1955）.

(7) 緒方一喜：衛生動物 **8,** 98,（1957）.

(8) ――――：衛生動物，**9,** 116,（1958）.

(9) ――――：衛生動物，**9,** 203,（1958）.

(10) 尾崎重夫：農作害虫精説，461―463，471―475，東京―朝倉書店,（1951）.

(11) 斉藤孝蔵：森林昆虫学，114―115，東京―朝倉書店,（1957）.

Résumé

In order to clarify the actual state of appearance of the three species of urticating moths, *Euproctis flava*, *E. pseudoconspersa* and *E. similis* in Kagawa prefecture and their ecological charactors, this study was carried out extending from 1956 to 1960 and acquired the following results:

1) The time of appearance of the three species of moths was different each other. The appearance of *E. pseudoconspersa* was two times and that of *E. similis* was three times in a year, although the

appearance of *E. flava* was only once in a year. The life-history charts of the three species are shown in Fig. 1.

2) *E. pseudoconspersa* and *E. similis* have 9 instars and 5 instars respectively in their larval stage, although *E. flava* have 15~16 instars in that stage. The developmental period of each stage of these species was shown in Tab. 1.

3) As the food plants of *E. pseudoconspersa, Thea sinensis, Camellia Sasanqua, C. japonica*, etc. are known and those of *E. similis, Morus bombycis*, some species of *Salix, Platanus orientalis, Quercus acutissima, Diospyros kaki, Elaeagunus pungens, Punica granatum*, are observed in general. The food plants of *E. flava* are very numerous in varieties and they reach more than 40 families and 100 species today. Though the detail on the food plants of *E. flava* in the wood in Kagawa prefecture is described in the present paper, about 12 species of plants which belong to the families such as *Rosaceae, Leguminosae, Ericaceae, Polygonaceae, Betulaceae*, etc. and about 9 species of fruit trees and agricultural plants are greatly eaten by this species of urticating moth. *E. flava* shows a considerable tendency of preference, although they eat various plants belonging to the different families as their development goes on, and it seems that it is due to their physiological requirement.

4) The typical phase of the wood where the outbreak of *E. flava* was seen in Kagawa prefecture is shown in Fig. 3. In general, those woods are not so deep comparatively although many deciduous trees are growing.

5) The emergence period of *E. pseudoconspersa* was July and from September to October, and that of *E. similis* was three times during a year, that is July, August and October. But the emergence of *E. flava* was only once during a year and it was from the beginning of June to that of July. The peak of the emergence of *E. flava* was the latter part of June (22th~29th).

6) At the beginning period of the emergence of *E. flava*, the number of the male adult moths was more than that of the female adults in general, but at the latter period, the number of the female adults was rather more than that of the males. The period of reversal of the sex ratio corresponded to the middle of the emergence period of this species.

7) Recent outbreak of *E. flava* in Kagawa prefecture were found at 2 district, Teshima (Shôzugun) in 1958 and Ōkawa (Ōkawagun) in 1959. The damage inflicted on the wild and agricultural plants was comparatively great at both of the time.

8) The number of eggs laid out per female of these species of urticating moths was considerably great and it is shown in Tab. 5.

9) The longevity of the adult moth of these species was about 7~8 days in average, but the duration of surviving of the female was 1 or 2 days longer than the male.

10) As the important enemies against these species of urticating motns, there were some infectious diseases although 3 or 4 species of *Tachinidae* and some Hymenopterous parasites were found in Kagwa.

(Received Nov. 30, 1960)

香川県水田地帯における人家内衛生害虫の季節的消長*

（四国地方における主要衛生害虫の生態学的研究 II）

松 沢 寛

On the seasonal prevalence of some important insects from the sanitary view in the house at the paddy field district in Kagawa prefecture.

(Ecological studies on some important insects from the sanitary view in Shikoku. II)

Hiroshi MATSUZAWA

緒 言

衛生害虫の季節的消長に関する研究は，本邦でも決して少なくはないが，その様相は地方により相当にいちじるしいちがいを示すものである．かつまた都心部，農村地帯，山地地帯あるいは漁村地帯などにあっては，それぞれの間でかなりな相異をみせることが考えられ，とくに水田地帯においては，近年のきわめてさかんな殺虫剤散布の影響もあって，種類によりその様相は以前とはかなりちがった傾向を示すのではないかと予想せられる．そこで著者は1959年以来，香川県の水田地帯を代表する一地方ともいうべき木田郡三木町付近の人家内衛生害虫の季節的消長をしらべてみたが，その間衛生害虫の種類によっては多分に香川県的特長をよく示す発生型をもっているものが存すること，殺虫剤散布の影響が事実きわめて大きいと考えられる場合の存することなど2，3注意すべき点を見出した．以下に大要を述べて参考に供したいと思う．

調 査 方 法

この調査は1959年に予備的な観察を行ない，1960年に入って本格的な仕事に移ったが，調査場所は前記三木町池戸大宮の本学農学部官舎（第4号）を主にし，その他三木町内の2，3の人家をえらんだ．数百戸の町の周囲はすべてかなり広い水田でもってかこまれ，その間に点々と人家もちらばっているが，上記官舎付近はとくに水田地帯の人家を代表する一つの場所とみて一向さしつかえないように考えられた．

ところで本文でとりあつかうクロゴキブリは，毎夜の台所における捕殺数を記録することによって季節的消長の概要をつかむこととし，人家内の蚊群は捕殺したもの，電灯にとりつけた捕虫器に飛びこんだもの，蚊取線香によって死亡転落したものなどの全数を種類ごとによりわけて記録することにより，ハエ類は主に便所あるいは台所に設置した捕蠅テープ，蠅取瓶などで捕えた数，捕虫網で捕えた数などを種類ごとに合計して記録することによって発生消長の概要を知ることにしたが，とくにハエ類は場合によって種類の厳密な判定に困難をきたす場合も存した．したがって今回は一応ハエ群のみは群（科）単位で集計し，その季節的消長を追跡してみた．

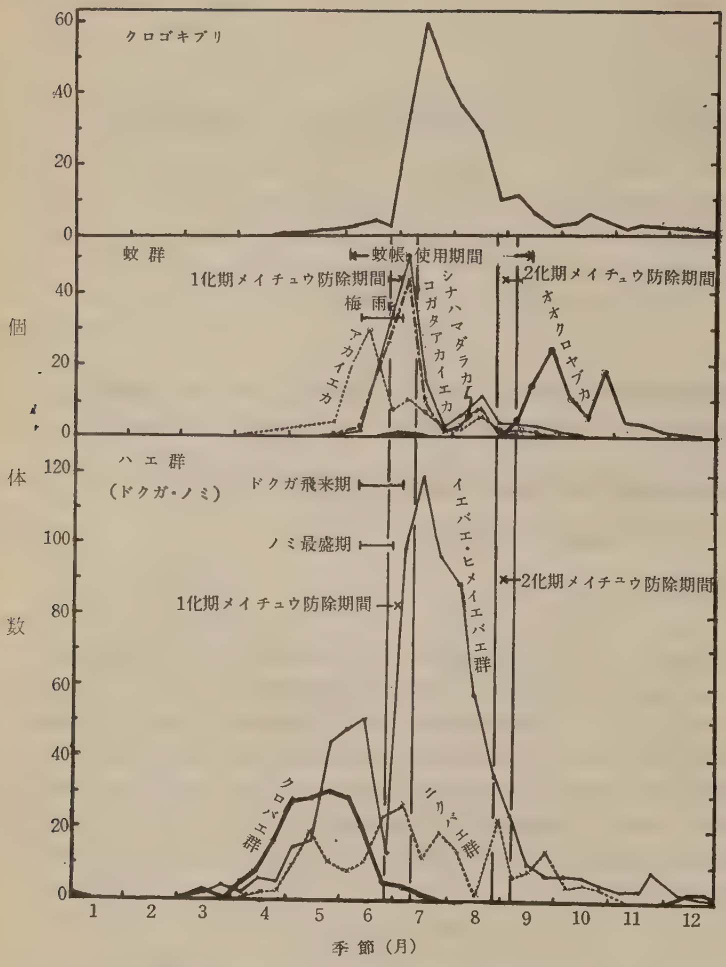
調 査 結 果

前記のような方法で調査集計した1960年の成績は第1図（便宜上すべてを一つの図におさめた）のようであるが，香川県の水田地帯人家における実状は，かなりよくみとめられると思う．

まずクロゴキブリ *Periplaneta fuliginosa* は4月中旬頃からボツボツ活動を開始するが，7月，8月の頃が成虫出現の最盛期で，9月に入って急激に個体数を減ずるようである．しかしそれでも11月まではかなりの個体数が

---

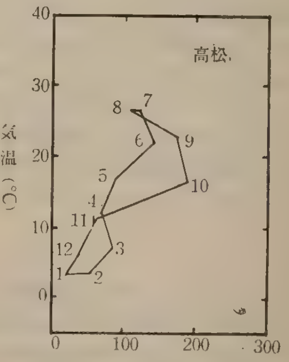
* 香川大学農学部応用昆虫学研究室業績 No. 45



第1図　人家における主要衛生害虫の季節的消長
(香川県木田郡三木町大宮にて．1960)

みとめられた．この季節的消長の型は，本邦西南暖地ではきわめて普通な型であろうが処により(同一町内)ピークの巾がやや広い場合も存するようであった．

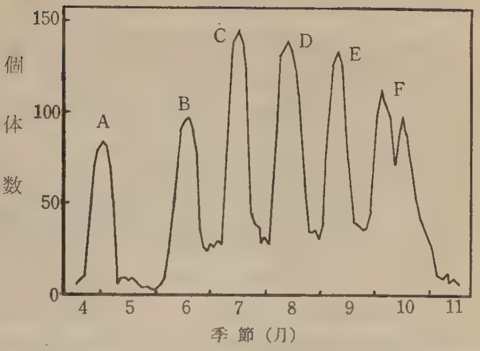
今回の調査で人家内で認めた蚊の種類は，コガタアカイエカ *Culex* (*Culex*) *tritaeniorhynchus*, アカイエカ *C.* (*Culex*) *pipiens pallens*, トラフカクイカ *C.* (*Lutzia*) *vorax*, オオクロヤブカ *Armigeres* (*Armigeres*) *subalbatus*, ヒトスジシマカ *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus*, シナハマダラカ *Anopheles* (*Anopheles*) *hyrcanus sinensis* の6種であったが，圧倒的に多かった種類は，第1図（中段）に示した4種類であった．5月下旬頃から7月上旬頃まではオオクロヤブカ以外の3種が特に相前後してピークを形成するが　ニカメイガ *Chilo supplessalis* の第1化期の防除時期をすぎると，にわかに個体数の激減を来たすようであって，このことはすでに以前から体験している通りであった．したがってこれはまず Parathion のような強力な殺虫剤散布の影響，多量の灌がい用水の流入による下水溝の浄化の影響などがきわめて大きいとみてさしつかえあるまい．そうでないとすればこれらの蚊類は決して7，8月頃個体数を減ずる筈はないからである．九州地方においては，オオクロヤブカの発生は長い夏季のあいだ中つずきかつまたその発生量も莫大であるが，香川県の事情をみるとやや様子がことなっている．すなわち香川県では毎年第1図のように6月中旬ないし7月上旬頃にも少々は現われるが，9月に入って後はじめてオオクロヤブカのピークが形成される（きわめて稀に，初夏の候大量の降雨のあった年などには，夏季の発生量がもう少し顕著な場合もある）．明らかにこれは年間の降水量分布と密接な関係がある筈で，第2図に示した香川県（高松）の気候図（温雨図）からも十分に推察されると思う．一方温暖多雨な宮崎地方は香川とははなはだしくことなった気候条件をもった地方であるが，オオクロヤブカの発生型も第3図のように非常な特異性を示し，まったく香川と対照的である．まことに香川におけるオオクロヤブカの9月以後にピークをもつ発生型は，その夏季に少雨，秋季に多雨という独特な気候条件



第2図　高松市の気候を示す温雨図（Hythergraph)．

につながっているというべきであろう．

次にハエ群であるが，これは水田などの殺虫剤散布である布の影響はもちろんほとんどないようであった．今回は前述のように便宜的に個々の種ごとに取りあつかうのをさけ，群(科)ごとにまとめて集計してみた．イエバエ群 *Muscidae* はイエバエ *Musca domestica vicina*，オオイエバエ *Muscina stabulans*，*M. angustifrons* などヒメイエバエ群 *Fannidae* はヒメイエバエ *Fannia canicularis*，コブアシヒメイエバエ *F. scalaris*，クロバエ群 *Calliphoridae* はオオクロバエ *Calliphora vomitoria* (Subsp.)，ケブカクロバエ *C. grahami*，フタオクロバエ *Triceratopyga calliphoroides*，ミドリキンバエ *Lucilia illustris*，コガネキンバエ *L. ampullacea*，トウキョウキンバエ *Hemipyrellia ligurriens* など，ニクバエ群 *Sarcophagidae* はナミニクバエ *Sarcophaga similis*，センチニクバエ *S. peregrina*，シリグロニクバエ *S. melanura* などが認められたが，時にサシバエ科 *Stomoxyidae* のサシバエ *Stomoxys calcitrans* や *Lyperosia exigua* も侵入することがあった．イエバエ――ヒメイバエ群はもちろん始終イエバエが大部分であって，3月から11月までのかなり長い間にわたって人家内に侵入してくるが，ピークは5月～8月，とくに6月下旬から7月下旬頃までのようである．しかしクロバエ群は，ケブカクロバエがもっとも多かったが，4月から7月までの比較的短期間のみ侵入して来，ピークは5月一ぱい位であった (12月に入って少数は現われる)．ニクバエ群は4月から大体10月位までの間に数個の山を作りながら増えたり減ったりしたが，シリグロニクバエがもっとも多く，ピークは6月下旬から7月中旬頃に当るように見受けられた．



第3図　宮崎市におけるオオクロヤブカの季節的消長
(宮崎大学々芸学部便所にて調査．1952)

ショウジョウバエの仲間 *Drosophilidae* は春季から夏季にかけても少数個体の侵入は認められたが，特に9月に入って個体数をまし，10月上中旬頃が最大量であった (特に個体数観測は行なわず)．

尚本年 (1960) ノミ *Pulicidae* やドクガ類 *Euproctis* の発生はきわめて少数で季節的消長などといった調査の対象にはなり得なかった．しかし第1図に示したように，最盛期と考えられる時期は大体見当つけることができた (香川県三木町付近のドクガとしては，ナミドクガ *Fuproctis flava*，モンシロドクガ *E. similis*，チャドクガ *E. pseudoconspersa* などがあり，前2者はかなり頻繁に人家内に飛来することがある)．時にはまたミズアブ科 *Stratiomyiidae* のコウカアブ *Ptecticus tenebrifer*，アブ科 *Tabanidae* のヤマトアブ *Tabanus rudgens*，ウシアブ *T. trigonus* も人家内に侵入することがあったが，数量的には問題ではなかった．

考　　　察

以上簡単に香川県木田郡三木町付近の人家内の主要衛生害虫の季節的消長について大略をのべたが，それらの種類や発生型はやはり一応暖地型というべきであろう．しかしすでにのべたように，蚊の場合は明らかに水田に対する強力な殺虫剤散布の影響や灌がい用水による下水溝の浄化の影響が彼等の発生に少なからず及んでいるようで，恐らく近年は以前とはずい分ことなった様相を呈するに至っていると思われる．その上オオクロヤブカの発生型などはやはり香川県地方の独特な気候条件とくに一年間の降水量分布と深い関係があるのであろう．ハエ類については今回は便宜的にグループごとにまとめて処理したが，それで大体のこと (すでに報告されている西南暖地諸地方の資料と比較してそれほど大きなちがいは存しない) は分るとしても，やはり各種類間の微妙な関係まで論及するわけにはいかない．とくにこれらのハエ群の間では，同一グループでも時期的に優占種が交替したり，時間的また時には空間的棲分けとも見られるような現象が存する場合もある上，トラップなどを仕掛けて個体数をしらべる場合など，餌によって彼等の種類や数量の上に大きな変動が起りうることも考えられる．今回の調査は一応綜合的な採集捕殺法で行なったわけであるが，以上にのべたような種間関係あるいはそれぞれの種ごとの発生消長の追跡は今後の課題としたい．とに角この報告はその概要のみを記すものである．

摘　　要

香川県の水田地帯における人家内衛生害虫の季節的消長の概要を知るために1959年から1960年にかけてこの調査を行なった．その成績はおおむね次のようである．

1)　クロゴキブリの活動は，4月中旬頃から11月までの長期間にわたったが，7，8月頃がそのピークであった．

2)　人家内で認めた蚊の種類はわずかに6種であったが，アカイエカ，コガタアカイエカ，シナハマダラカとオオクロヤブカの活動がもっとも顕著であった．前3者はもちろん5月下旬から7月上旬頃までに顕著なピークを作ったが，それ以後の発生はきわめて急激な減少を来たし，それほど大きな復活の傾向も見られなかった．このことは水田に対する強力な殺虫剤散布の影響と，多量の灌がい用水による下水溝の浄化の影響が非常に大なることによると考えざるを得ない．オオクロヤブカはしかしながら通常夏季にはきわめて活動数少なく，9月以後になってかなり顕著なピークを作った．これは香川県の降水量分布と密接な関係があるように思われる．

3)　ハエ類の消長は便宜上群ごとにまとめてしらべてみたが，イエバエ―ヒメイエバエ群はやはり7，8月をピークとし，春から秋までの長期にわたって活動がみられた．クロバエ群は5月をピークとして8月以後はほとんど侵入活動をみないといった変った様相を示した（きわめて少数12月にも現われたが）．しかしニクバエ群は春から秋にわたって数個のピークを作って発生し，他の群とはずい分ことなった様相を呈した．各群の主な種類は本文中に示した．

4)　ノミの最盛期は個体数の関係で十分にはわからなかったが，6月中下旬頃がそれにあたるように推測された．

5)　ナミドクガの飛来最盛期は6月中下旬であったが，モンシロドクガのそれは不明瞭であった．しかしその羽化期（6月，7月旬～8月中旬，10月）にはこれも時々飛来した．

6)　以上のべた大要は第1図にまとめて示しておいた．

引 用 文 献

（本稿ではとくに引用したものはないので省略する）

Résumé

In order to clarify the actual state of the seasonal prevalence of some important insects from the sanitary view in the house at the paddy field district of Kagawa prefecture, this study was carried out extending from 1959 to 1960. The results of the study are summerized as follows:

1) The duration of appearance period of the common black cockroach, *Periplaneta fuliginosa* was long and it lasted from the middle of April to November, although the peak of appearance was July or August.

2) The number of individuals of the 4 species of mosquitoes, *Culex pipiens pallens, Culex tritaeniorynchus, Anopheles hyrcanus sinensis* and *Armigeres subalbatus* was the largest, although 6 species of mosquitoes were found in the house. Of course, the peak of the 3 species of mosquitose except *Armigeres subalbatus* was seen at the season from the latter part of May to the beginning of July, but later, those species of mosquitoes rapidly reduced its number and the revival of the number of them was scarcely observed. It seems that it was due to the effect of the spraying or the dusting of some strong insecticides such as Parathion, EPN, Malathion, etc. to the rice field in summer and that of the cleaning of the sewer along the street or the road by a large quantity of the irrigation water for the paddy field. The number of *Armigeres subalbatus* was comparatively large after September although not so large in summer. Perhaps, it may have some ralation with the distribution of the rainfall during a year in Kagawa prefecture.

3) The seasonal prevalence of flies in the present study was considered on every group or family. The appearance of the *Musca—Fannia* group lasts a long time from spring to autumn having a remarkable peak in summer, July to August. The *Calliphora* group showed the special type of appearance and it lasts from spring to early summer having a peak of appearance in May, although a small number of them appeareda gain in December. But the state of appearance of the *Sarcophaga* group was

different from other 2 groups and several peaks of appearance were observed from spring to autumn. Some important species of those groups of flies, were shown in the present paper.

4) The peak of appearance of *Pulex* and other fleas was not so distinct as the number of them was very small, but it was conjectured that the period of the peak corresponded to the middle or the latter part of June in general.

5) The peak of the period of flight to the house of *Euproctis flava* was from the middle of June to the latter part of the same month, although the peak of *E. similis* was not so distinct. But, sometimes, a small number of *E. similis* flight to the house at their emergence period in June or from the latter part of July to the middle of August or in October.

6) The outline of the results described above was shown in Fig. 1.

(Received Nov. 30, 1960)

環境別溜池泥土の研究

IV 国下池，奥の堂池コアの鉄含量

玉置 鷹彦，梅田 裕

Studies on reservoir desposits

IV Iron contents of core samples in Kunishita and Okunodo reservoirs

Takahiko TAMAKI and Yutaka UMEDA

前報[9][10]で国下池，奥の堂池の core sample による泥土の滞積状況に関して報告したが，本報ではこれらの試料を用い既報[10]の区分法に従い各コアを泥土の滞積層位別に上層より浮泥（Organic deposit)、沈降泥（Sedimentary mud)，池底泥（Bottom soil）に区分し，これら各部分の細土について全窒素，炭素，腐植、炭素率のほか微細土粒中の鉄含量を測定し，泥土滞積考究の手がかりとしたので以下にこれを報告する．この研究は本学前川忠夫農学部長を主任研究者とする1959年度文部省科学研究費による研究の一環で，終始お力添をいただいた同教授に深謝する．また名古屋大学理学部教授小山忠四郎博士よりこの研究に関連深い御教示をいただいたこと，淡水区水産研究所上田支所小山一技官には貴重な文献を貸与して下さったこと，にたいし厚くお礼申上げる次第である．

1. 試料の調製

前報[9][10]で得た国下池9点，奥の堂池14点計23点のコアを用い押出し式の方法でガラス管より泥土をぬきとり，これを浮泥，沈降泥，池底泥の3部に区分した．試料 No. E3, 1, 8, 10 では浮泥層の微細な滞積物がけん濁浮遊状態をなしており押出し式の方法でこれが沈降層へ密着混入し両者を分離することができなくなり，従ってこれらの浮泥は供試不可能となった．また試料 No. 11, 12, 13では既報[10]のように浮泥層を欠いている．以上の方法で得られた試料は風乾後径 2 mm の円孔ふるいでふるい分けT－N，C，腐植の測定に供試した．またこの風乾細土より沈降法により粒径 5 μ 以下の土粒を分別採取し，これを乾燥後粉砕して熱硝酸可溶鉄定量の試料とした．なおこれらの試料について国下池コアは1958年10月，奥の堂池コアは1959年8月に採取したものである．

2. 実験方法および実験結果

実験方法は前報[9][11]の場合と同様である．ただし Fe^{+++} の比色定量には既報の DUBOSCQ 比色計を用いず光電比色計により波長 480 mμ で比色定量した．得られた結果を第1，2表に示す．

3. 考 察

第1表より T－N について国下池コアの場合試料 No. E3 を除く他のコアでは浮泥の T—N 量が沈降泥，池底泥のそれよりいずれも多く，奥の堂池コアでは試料 No. 2，4 のように浮泥と沈降泥の T—N 量が大差のないコアとその他の試料にみるようにその差異が国下池コアと類似の傾向をもつコアが認められる．そしてこれら両池間では国下池コアのほうが奥の堂池コアより T—N 量が一般に多く，この傾向は浮泥において特に著しい．また水深との関係は池底がほぼたいらな野池である国下池の場合は南岸寄りの水の流入口および取水樋管に近い水深 2 m 以浅の試料 No. C3、W3 で浮泥の T—N 量がやや少い値を示しているが水深 2.0～2.5m間の試料では一定の傾向を認め難く，奥の堂池の場合には水深5 m 以深部の試料 No. 1～6 コアがこれより以浅部のコアより T—N 量が若干多い傾向が認められる．つぎに C および腐植の量について国下池コアの浮泥は沈降泥，池底泥よりその量が多く，奥の堂池コアでは試料 No. 2，4 のように浮泥と沈降泥でその含量に大差のないものと国下池コア同様浮泥が沈降泥、池底泥にまさるものとがある．そしてこの両池コア間の差異については T—N の場合同様国下池コアの C および腐植の量が奥の堂池のそれより一般に多い傾向を示している．また水深との関係も T—N 量の傾向と同様で国下池コアは試料 No. C3 がやや少いほかその他の各コア間には一定の差異を認め難く，奥の堂池コアでは

第1表 細 土 分 析 結 果

溜池名	水深 m	試料 No.	T—N %			C %			腐 植 %			C/N		
			浮 泥	沈降泥	池底泥	浮 泥	沈降泥	池底泥	浮 泥	沈降泥	池底泥	浮 泥	沈降泥	池底泥
国下池	3.00	C1	1.06	0.42	0.47	5.36	2.93	3.33	9.24	5.05	5.73	5.06	6.98	7.09
	2.50	E1	1.20	0.63	0.58	5.97	4.17	4.29	10.29	7.18	7.40	9.48	6.62	7.40
	2.50	W1	0.93	0.45	0.42	5.81	2.95	3.13	10.02	5.09	5.39	6.25	6.56	7.45
	2.50	W2	0.85	0.48	0.39	5.05	3.37	2.58	8.70	5.80	4.44	5.94	7.02	6.62
	2.00	E2	0.88	0.40	0.51	5.63	2.88	3.41	9.70	4.96	5.88	6.40	7.20	6.69
	2.00	C2	0.92	0.44	0.50	5.61	2.91	3.57	9.67	5.02	6.14	6.10	6.61	7.14
	1.50	E3	—	0.45	0.06	—	2.77	0.47	—	4.78	0.82	—	6.16	7.83
	1.30	C3	0.21	0.07	0.05	1.92	0.39	0.24	3.30	0.68	0.41	9.14	5.57	4.80
	1.30	W3	0.67	0.20	0.05	4.50	1.19	0.22	7.75	2.04	0.39	6.72	5.95	4.40
奥の堂池	7.00	1	—	0.23	0.18	—	1.37	1.05	—	2.35	1.80	—	5.96	5.83
	6.75	2	0.25	0.25	0.16	1.31	1.31	0.98	2.26	2.26	1.68	5.24	5.24	6.13
	6.50	3	0.22	0.14	0.05	1.34	0.91	0.16	2.31	1.57	0.27	6.09	6.50	3.20
	6.00	4	0.26	0.26	0.17	1.56	1.56	1.16	2.68	2.68	1.99	6.00	6.00	6.82
	5.55	5	0.28	0.16	0.13	1.62	1.06	0.72	2.80	1.83	1.24	5.79	6.63	5.54
	5.00	6	0.25	0.15	0.08	1.53	0.86	0.27	2.63	1.48	0.47	6.12	5.73	3.38
	4.50	7	0.13	0.06	0.04	0.78	0.33	0.12	1.34	0.56	0.20	6.00	5.50	3.00
	4.00	8	—	0.18	0.05	—	1.18	0.23	—	2.03	0.40	—	6.56	4.60
	3.50	9	0.08	0.06	0.05	0.41	0.32	0.23	0.71	0.55	0.40	5.13	5.33	4.60
	3.00	10	—	0.21	0.07	—	1.50	0.34	—	2.58	0.58	—	7.14	5.54
	2.75	11	—	0.12	0.05	—	0.63	0.16	—	1.09	0.28	—	5.25	3.20
	2.50	12	—	0.12	0.06	—	0.50	0.31	—	0.85	0.52	—	4.17	5.17
	2.30	13	—	0.14	0.06	—	0.45	0.23	—	0.77	0.40	—	3.21	3.83
	2.15	14	—	0.09	0.10	—	0.53	0.60	—	0.92	1.03	—	5.89	6.00

水深 5 m 以深部の試料 No. 1〜6 がこれより以浅部の試料 No. 8〜14 に比較してやや多い. KOYAMA[3]は湖底泥中の C, N, 分布に関し中綱湖, 木崎湖の場合表層 0〜35 cm においては下層へ向うに従い C, N の含量が増大することを報告し, 畑等[1]は長野県下の標高を異にする大池, 新池, 浅間池についてその生産増進に関する研究でこれら3池の泥土を調査したところ湖盆が洗面器型の大池においては これがゆるい擂鉢形をなしている新池や池底に高低の多い浅間池より底泥中に含まれる有機物量が多く, また各池では表層, 中層, 下層の順に有機物含量が減少していることを認めているが, 本報における上記の T—N, C, 腐植の量に関しては国下池コアの浮泥は沈降泥, 池底泥に比較して明かに多いが, 奥の堂池コアでは水深 5 m 以深部のコアでややこの傾向が認められるにすぎない. したがって池底において有機物を主体とする泥土の滞積, 発達の様相は池底が皿形の国下池では池底全面にわたりほぼ一様に行われるが, 池底に傾斜をもつ奥の堂池では水深 5 m 以深部でやや国下池の場合に類似していることが知られる. すなわち奥の堂池コアでは浮泥と沈降泥間に T—N, C, 腐植の量に大差のないことは浮泥中の有機物がその絶対量の少いことともに池底における分解変化が国下池とは異り不十分に進行しつつこれが沈降泥に移行するものであろう. つぎに炭素率については両池コア間に一定の傾向を見出し難いが, 奥の堂池コアではその値が異常にせまいものがある. 特に池底泥においてこの傾向が著しいことは浮泥, 沈降泥に比較して池底泥での有機物の分解変化が池底が南より北に傾斜している奥の堂池では前記のように池底全面にわたり一様に進行しないことによるものと考えられる. したがって奥の堂池では泥土の滞積, 発達が行われるにあたって微細有機物の沈降滞積を主体としこれに鉱物質物を若干混えるところの化学的変化を主要因とする**滞泥作用** (Organic deposit forming process) より流入水流や池内水流による土砂を主体とし これに若干の有機物を混えるところの物理的要因を主とする**滞砂作用** (Mineral deposit forming process) がより優勢に進行していることを示している. そしてこ

第2表　微細泥土粒（粒径 5μ 以下）の Fe（mg/100g 微細乾土）

池名	水深 m	試料 No.	浮泥	沈降泥	池底泥
国下池	3.00	C1	39.98	37.89	39.55
	2.50	E1	35.79	35.41	39.20
	2.50	W1	39.01	33.74	35.16
	2.50	W2	33.70	36.81	32.02
	2.00	E2	37.52	34.66	35.23
	2.00	C2	36.33	38.98	33.04
	1.50	E3	—	47.13	49.67
	1.30	C3	37.18	32.78	41.61
	1.30	W3	36.98	42.24	46.12
奥の堂池	7.00	1	—	60.11	57.37
	6.75	2	47.69	59.73	51.38
	6.50	3	59.68	50.70	57.95
	6.00	4	45.81	58.44	53.54
	5.50	5	60.32	53.20	42.90
	5.00	6	56.55	42.02	58.79
	4.50	7	57.09	36.00	52.85
	4.00	8	—	51.34	52.63
	3.50	9	53.20	50.75	47.75
	3.00	10	—	53.76	53.90
	2.75	11	—	42.79	39.62
	2.50	12	—	45.38	37.18
	2.30	13	—	49.41	38.62
	2.15	14	—	52.09	36.20

のことは吉良[(2)]が内場貯水池流入点付近で減水期の洪水時には低水位付近まで掃流形式による土砂輸送が活発化することをのべていることからも類推されるところである．

つぎに第2表より粒径5μ以下の微細土粒中に含まれる鉄に関し国下池コアでは沈降泥の Fe 量が，浮泥，池底泥に比較して最少の値をもつコアが多く（試料No. C1，E1，W1，E2，E3，C3），奥の堂池コアでは沈降泥の Fe 量が最少のコア（試料 No. 3，6，7）と最多のコア（試料 No. 2，4），浮泥より池底泥にむかい減少しているコア（試料 No. 1，5，9，11，12，13，14）およびこれらの泥土層間に大差の認められぬコア（試料 No. 8，10）の4群に大別される．そして国下池の場合沈降泥の Fe 量が最少値を示す試料は取水樋管に近い地点より得たコアに多く池底に傾斜をもつ奥の堂池コアでは上記4群間にコア採取位置に関し特定の傾向が認められない．このことは前述のように野池に属する国下池では滞砂作用に比較して滞泥作用が優勢であり，ふもと池に属する奥の堂池では滞砂作用が主として行われ，水深の増加に伴い滞泥作用が加わることによるものと考えられる．すなわち溜池における泥土の滞積，発達に関しては WASMUND[(12)]がのべている湖底における Gyttja 生成に関する物質交換様相，あるいは SUGAWARA 等[(8)]が湖，川，海の泥土中におけるイオウの分布に関して認めている硫酸塩，硫化物，遊離 S および黄鉄鉱等の相互的関係や KOYAMA 等[(4)]が愛知県油ケ淵湖底質に関して発表している S 代謝の問題等に類似の変化が考えられる．したがって満水時の水深が浅く池底が皿形で豊栄養型泥土の滞積層が比較的厚い国下池の場合には夏季の高温時池底において有機物の急激な分解とともにH_2Sの発生，硫化鉄の生成等も行われるであろう．そしてこれは盛夏の候この溜池の取水が腐敗有機物を主体とする黒色微細浮遊粒を多量に含み硫化水素臭に近い腐臭をもつようになることからも推定されるところである．また前川等[(5)]は香川県下の溜池についてかんがい期間中の水位変化は6月頃満水の後取水開始とともに急降下しその後多少の昇降はみられるが，かんがい終末期の9月中旬にかけて漸減することを報告しているが，国下池においても同様に取水樋管付近では樋管の開閉や降水等による水位の変化に伴う水圧の増減により池泥内部で上下方向に，すなわち垂直的水の動きを生ずるであろうことが考えられ，陸地土壌におけるポドソル生成作用，あるいは湛水下の水田土壌における硫化鉄の溶脱に[(6)]類似する水底風化作用

が行われるであろうことも思推される．そしてこれが還元状態下の水底で行われるためポドソル土や老朽化水田土に現れる漂白層，集積層など土壌断面的に明かな特長は沈降泥，池底泥のコアにおいて識別し難い．しかし風乾した池底泥は赤褐色を帯びているものが多いのにたいして風乾した沈降泥は著しく淡色で灰色に富むことよりこれらのコアの沈降泥，池底泥は第2表に示するように国下池コアの場合 Fe の溶脱，集積を思わせるものがある．すなわち溜池用水中の鉄には水生植物の同化生成物である酸素により酸化されて沈でんするもの，また一部は微生物体内に同化され，その死後これが池底へ沈でんするもの，さらに岩石風化細片のような土粒自体のもつ鉄に由来するものなどが考えられるが，これらの鉄が池底において有機物の腐植化を伴う還元系内で還元されて可溶化し，湖の場合(7)と同様にその一部は水中に還元され，又他の一部は Fe^{++} あるいは硫化鉄ゾルとして前記のように水位の増減に伴う水圧の変化による池泥内部の水の上下方向への流動によりこれが池泥のより深層へ漸移する結果沈降泥は国下池コアにみるように野池の場合次第に鉄に乏しくなるものであろう．すなわちコアによる泥土中の鉄の消長は国下池のような野池における水底風化作用を判定する上に T—N，C，腐植等とともに風化の進行状態を示す有力な一指標となるものと考える．つぎにこの両池コアについてその鉄量を比較すると浮泥，沈降泥，池底泥ともに国下池コアより奥の堂池コアに多い傾向が認められるが，奥の堂池コアは有機物に乏しいことよりこの鉄は主として鉱質土粒に由来するものであろう．また奥の堂池試料 No. 11～14 の鉄量は試料 No. 1～10 のそれに比較して著しく少いことは前者が南岸山ろくの流入水口に近い場所より得られたものであることから考えて豪雨の際の急激な流入水がもたらす滞砂作用のため鉄に乏しい比較的粗大な砂質土粒を多く含むことによるものであろう．

4. 摘　　要

国下池（野池）コア9点，奥の堂池（ふもと池）コア14点を用い，各コア別に浮泥，沈降泥，池底泥に区分し，その風乾細土につき T—N，C，腐植，炭素率を測定するとともに，粒径 5 μ 以下の微細土粒中の鉄を定量しつぎの結果を得た．

(1) 国下池コアの T—N，C，腐植の量は沈降泥，池底泥に比較して浮泥に著しく多く，奥の堂池コアでは浮泥と沈降泥間に大差のないコアと，浮泥が沈降泥，池底泥より，より多く含むコアとがある．

(2) 国下池コアと奥の堂池コアの T—N，C，腐植の量を比較すると前者は後者より一般に多く，殊に浮泥においてこの傾向が著しい．

(3) 奥の堂池コアは水深 5 m 以深ではこれより以浅のコアより T—N，C，腐植の量がやや多い傾向があるが，国下池コアでは水深に大差がないため奥の堂池コアのような差異を認め難い．

(4) 炭素率に関しては国下池コア，奥の堂池コア間で浮泥，沈降泥，池底泥ともに一定の傾向を見出し難い．

(5) 微細土粒の鉄含量は国下池コアの場合沈降泥に最少値を示すものが多く，奥の堂池コアでは一定の傾向を認め難い．

(6) 国下池コアと奥の堂池コアの鉄含量を比較すると前者は後者より少い傾向がある．

(7) 以上(1)～(6)より国下池における泥土の滞積，発達は主として**滞泥作用**（Organic deposit forming process）によって行われ，また奥の堂池のそれは**滞砂作用**（Mineral deposit forming process）を主体とし，水深 5 m 以深部ではそれの増大とともに滞泥作用が加わって進行することが認められる．

引 用 文 献

(1) 畑　久三，中村一雄，宮坂英次，伊奈　繁：農林省淡水区水産研究所上田支所畑分室業績（1947）．

(2) 吉良八郎：本誌，**12,** 52（1960）．

(3) Koyama, T.: *J. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **2,** 5（1954）．

(4) ———．Sugawara, K.: 同上，**1,** 24（1953）．

(5) 前川忠夫，脇谷　武：本誌，**12,** 40（1960）．

(6) 塩入松三郎：土壌学研究，121，東京，朝倉書店（1952）．

(7) Sugawara ,K.: *Bull. C.S.J.*, **9,** 42（1934）〔日本化学総覧 **10,** 5（1936）による〕．

(8) Sugawara, K., Koyama, T., Kozawa, A.: *J. Earth Sci., Nagoya Uni.*, **1,** 17（1953）．

(9) 玉置騰彦，梅田　裕：本誌，**11,** 206（1959）．

(10) ———，———：本誌，**12,** 97（1960）．

(11) ———，———：本誌，**12,** 103（1960）．

(12) Wasmund, E.; Lakustrische Unterwasserböden〔Blanck; Handbuch der Bodenlehre, **5,** 120（1930）による〕．

Résumé

Pursuing the former studies, the amount of total nitrogen, carbon, humus, carbon nitrogen ratio and iron in "Organic deposit", "Sedimentary mud" and "Bottom soil" of Kunishita-, Okunodô-reservoir deposits were determined and the following results were obtained:

(1) The amount of total nitrogen, carbon and humus of "Organic deposit" are much than those of "Sedimentary mud" and "Bottom soil" in Kunishita-resrvoir core samples, while there are little differences in those amount between "Organic deposit" and "Sedimentary mud" in some Okunodô-reservoir core samples and these amount of "Organic deposit" are more than those of "Sedimentary mud" and "Bottom soil" in other Okunodô-reservoir core samples.

(2) The amount of total nitrogen, carbon and humus of Kunishita-reservoir core samples are more than Okunodô-resevoir ones and this tendency is remarkable in "Organic deposit" of Okunodô-reservoir core samples.

(3) The amount of total nitrogen, carbon and humus of core samples which were obtained from below 5 m water depth are more than those of upper 5 m water depth in Okunodô-reservoir.

(4) No remakable differences were recognized in carbon nitrogen ratio between Kunishita- and Okunodô-reservoir core samples.

(5) The iron content of fine soil particles (below 5 μ) of "Sedimentary mud" of Kunishita-reservoir are generally less than "Organic deposit" and "Bottom soil" ones and this tendency is not recognized in Okunodô-reservoir core samples.

(6) The iron content of fine soil particles (below 5 μ) in Kunishita-reservoir core samples are more than those of Okunodô-reservoir ones.

(7) From upper results (1)～(6), the reservoir deposit formation and its development in Kunishita-reservoir will be carried out mainly by "Organic deposit forming process" and those in Okunodô-reservoir will be carried out mainly by "Mineral deposit forming process" and the influence by "Organic deposit forming process" in Okunodô-reservoir will be enlarged gradually with increasing water depth over 5 m.

(Received November 29, 1960)

アラバン分解酵素に関する研究

I テンサイアラバンに対する酵素作用および zone electrophoresis

梶 明，滝 博，吉原 収*，島崎晶亘

Studies on the enzymes acting on arabans

I Action of arabanase on beet-araban and zone electrophoresis of the enzyme

Akira KAJI, Hiroshi TAKI, Osamu YOSHIHARA and Akihiro SHIMAZAKI

著者等は微生物が生産するアラバン分解酵素を究明する目的をもって研究を開始したが，本報においてはタカジアスターゼ中に含有されているこの酵素について実験を進めた結果を報告する．

タカジアスターゼ中にアラバナーゼが含まれていることは，1928年に EHRLICH および SCHUBERT[1] が彼らのいうところのテトラアラバンにこの酵素を作用させた結果，L-アラビノースが生成することを報告している．しかし，その後はアラバナーゼに関する研究成果がみられない．

実験および結果

A. 酵素作用力の決定方法

1. アラバナーゼの作用力

暖地テンサイの搾り粕より調製したアラバンに酵素作用を進めたとき生成するL-アラビノースをWILLSTÄTTER・SCHUDEL 改良法によって定量した．一方，塩酸によってアラバンを加水分解したときに生成する糖量に対し比率を求め，分解百分率として表現した．1g の風乾アラバンの酸加水分解によって 0.7425g の糖を得，ペーパークロマトグラフィによって生成還元糖は L-アラビノースが主体であることを確認したが，少量のガラクトースを含んでいた．酵素作用液の配合は次の通りであった．1%アラバン溶液 10ml，McILVAINE の緩衝液 2ml，酵素液 2ml を基その配合割合としたが，実験によっては0.5%アラバン溶液 10ml を使用した．酵素液の調製にはタカジアスターゼの粉末を使用し，40倍量の水に溶解し，遠心沈澱後の上澄液を酵素原液とし，これを適当に稀釈して酵素液として使用した．特別に記載した以外は酵素作用はすべて37°Cで遂行した．

2. α-アミラーゼの作用力

WOHLGEMUTH 法によって作用力を決定した．

3. 酵素液中の窒素の定量

Folin のフェノール試薬を使用して発色し，光電比色計を使用して 660 mμ における吸光度を以て窒素の量を指示した．

B. テンサイアラバンに対するアラバナーゼの作用

1. 作用条件の酵素作用におよぼす影響

(1) 酵素濃度の影響 上記の酵素原液を更に 10，100，500倍に稀釈して，上記の通りの配合で作用液を調製し，各作用時間後に生成糖を定量した．その結果を第1図に示す．

(2) 作用 pH 価の影響 原液の10倍稀釈液を使用して第2図の如き pH 価において酵素作用力を検討した．作用時間は48時間である．このような条件下では，最適 pH 価は3.6に認められた．

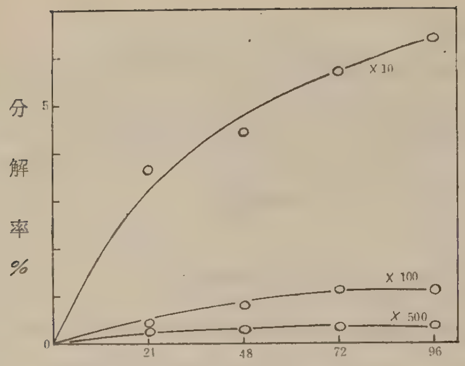
(3) 作用温度の影響 第3図に示すように，26，30，37，45，50°C の各温度において12時間作用後の分解率を求めた．この条件下では最適温度は45°Cに認められた．

2. 酵素作用による生産物の検出

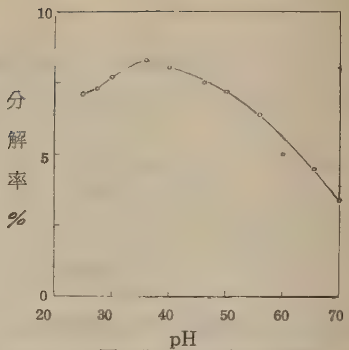
ペーパークロマトグラフィによって生成糖を検出した．即ち，作用液を5回原点に添付して，ブタノール，酢酸，

---

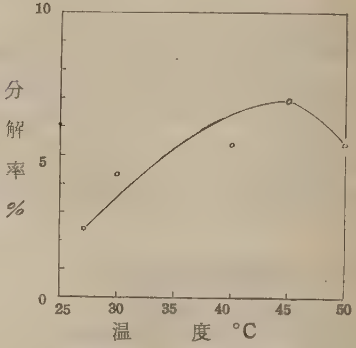
* 現在の勤務先は船山醤油株式会社



第1図 酵素濃度と作用力



第2図 作用 pH 価の影響



第3図 作用温度の影響

水の混合比 4：1：5 の展開液で一次元の展開を行い，aniline hydrogen phthalate を呈色剤として生成糖を検出した．この結果，反応開始後 4 時間にして既にアラビノースを確認した．反応時間96時間にわたってオリゴ糖のスポットはみられなかった．

C. アラバナーゼの zone electrophoresis

1. 電気泳動の装置および方法

zone electrophoresis の装置および方法については，Kunkel および Slater[2] が考案してより多くの実験例が発表されている．著者の一人梶は zone electrophoresis をペクチン分解酵素の分離に応用してその結果を発表した[3]．本実験に使用した装置および方法はこの既報におけると同一であった．即ち，水平型の泳動装置で，tray の大きさは，深さ 1.4cm，巾 3.0cm，長さ 25.0cm であり，両極には白金板を使用した．泳動は 5°C の水室中で行った．担体には馬鈴薯澱粉を，緩衝液には *M*/50 燐酸緩衝液を使用した．

酵素液の導入には澱粉ブロックの中央部を 1cm 巾に切りとり，酵素液を混和した後再びもとの個所へ充塡した．泳動後の酵素の溶出は次のように行った．1cm 巾に澱粉ブロックを切りとって，蒸溜水 3ml を加えてよく攪拌後，遠沈して上澄液をとり酵素溶出液として作用力その他の定量を使った．

2. 泳動に使用した酵素液の調製法

タカジアスターゼ 10g を 40ml の水で抽出して，遠心沈澱後上澄液に硫安 0.75 飽和した後沈澱を濾別し，5ml の水に溶解し，水道水に対して48時間透析し，更に *M*/50 燐酸緩衝液（pH 6.0 又は 3.6）に対して24時間透析したものを酵素原液として使用した．この溶液 1ml 中の蛋白の量は 25mg であった．

3. 電気泳動の結果

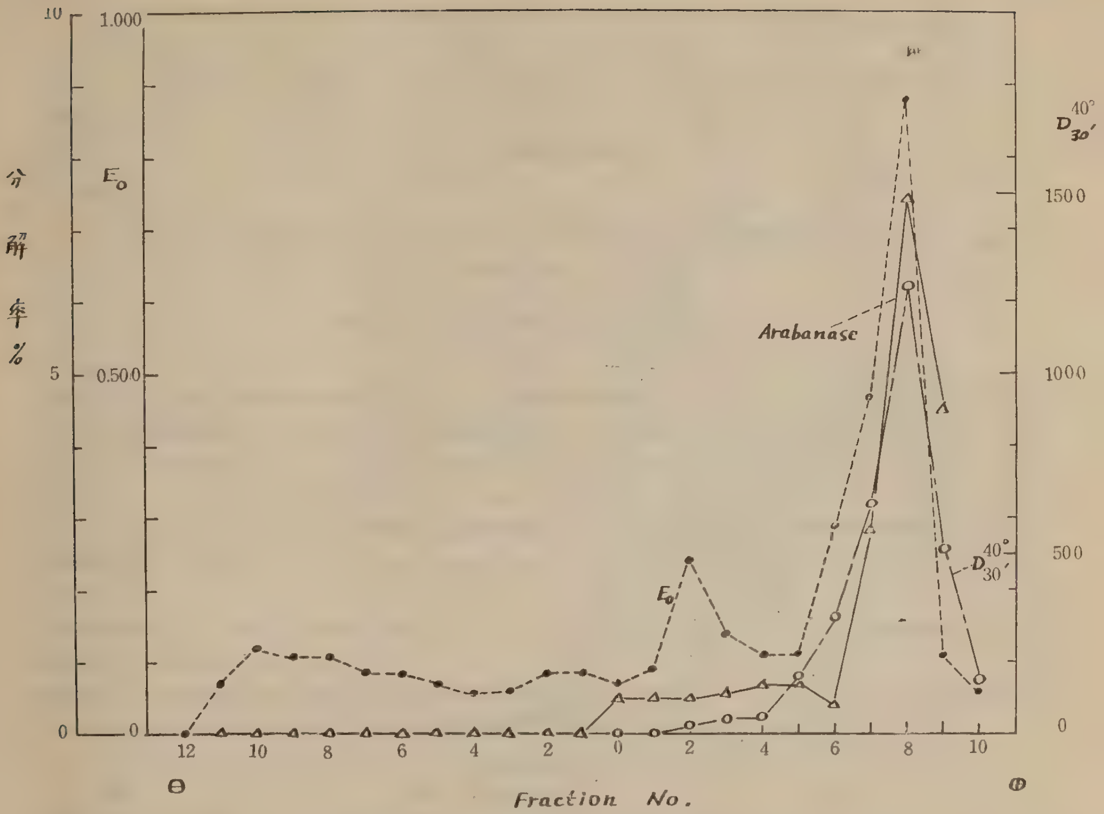
(1) pH 6.0 において泳動した結果　酵素液 1ml を使用し，初期電流を 5mA，電圧を 420V に調整して16時間泳動した．第4図に示す如く，アラバナーゼは陽極側に泳動し，フラクション 8 の溶出液が最大の作用力を示した．α-アミラーゼの作用力も同じフラクションに最高の作用力が出現した．

(2) pH 3.6 において泳動した結果　酵素液の調製法は上記の通りであるが，0.5ml の酵素液をブロックに導入した．初期電流を 4.5mA，電圧を 460V に調整して17時間泳動した．第5図に示すように陰極側へ泳動し，フラクション 8 に最大のアラバナーゼの作用力が認められた．この場合にも，α-アミラーゼはアラバナーゼと同様な泳動結果を示した．

要　旨

1. タカジアスターゼのアラバナーゼについて実験を行った．この酵素のテンサイアラバンに対する作用は，pH 3.6，45°C において最高の作用力を示した．

2. 酵素作用の生成物として L-アラビノースを確認した．



第4図 zone electrophoresis (pH 6.0)

3. この酵素の zone electrophoresis を行ったところ，pH 6.0 においては陽極側へ，pH 3.6 においては陰極側へ泳動した．この二つの pH 価における泳動において，アラバナーゼと α-アミラーゼの作用力の最高点は同一フラクションに現われた．

御懇篤なる御指導を賜った京都大学名誉教授片桐英郎博士に深く感謝いたします．
（本研究の要旨は昭和35年10月7日，日本農芸化学会関西支部秋季大会第173回講演会，高松，において発表した）

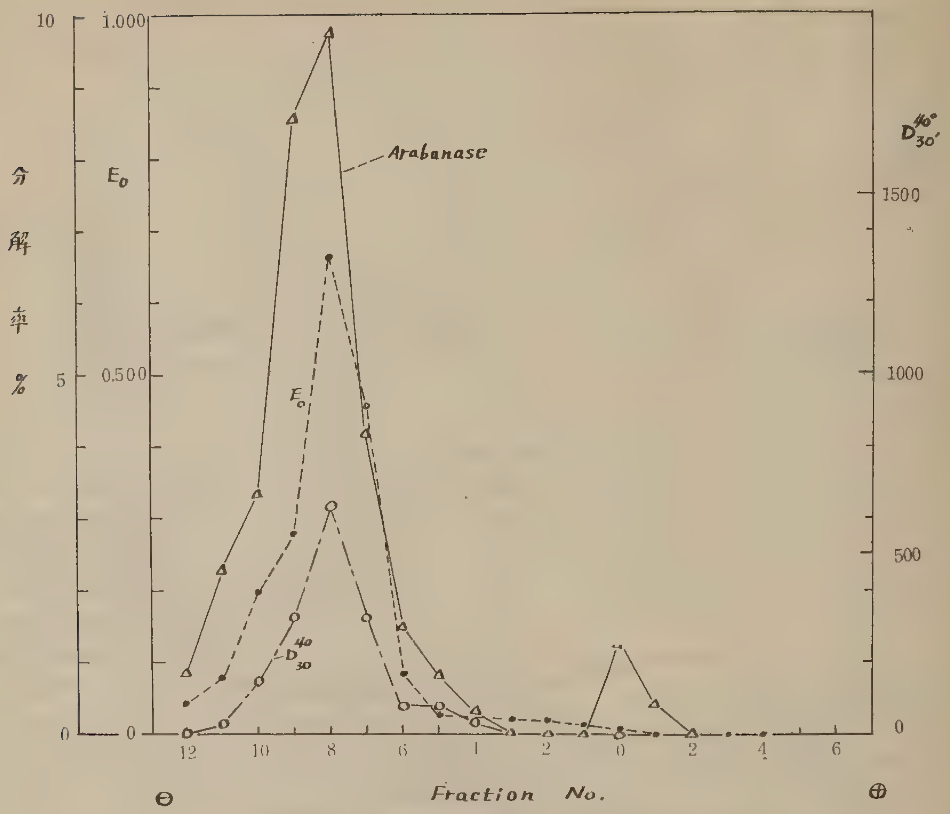
文　献

(1) Ehrlich, F., Schubert, F.: *Biochem. Z.*, **203**, 343 (1928).
(2) Kunkel, H.G., Slater, R.J.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **80**, 42 (1952).
(3) 梶，橋，栗飯原，穴吹：本誌，**11**，248 (1959).

Summary

We have studied on the enzyme which acted upon beet-araban. A crude enzyme solution was prepared from the commercial preparation of powdered Takadiastase. The optimum pH and optimum temperature of this enzyme was found to be 3.6 and 45°C respectively. When the enzyme acted on beet-araban for 4 to 96 hrs., the spot of L-arabinose was detected from the reaction medium by paper partition chromatography, and no oligosaccharide appeared in the same solution.

Electrophoretic migration of this enzyme was performed by the method of zone electrophoresis. Potato starch was employed for the supporting medium and its pH value was adjusted to 6.0 or 3.6 by *M*/50 phosphate buffer solutions. The size of the tray was 3.0×25.0cm. and in 1.4cm height. Electrophoresis



第5図 zone electrophoresis (pH 3.6)

was conducted at potential gradient of 420 to 460 V, as to get a current of 4.5 to 5 mA. The apparatus was placed in an ice chamber at 5°C, and electrophoresis was carried out for 16 to 17 hrs. Ten g of Takadiastase preparation was dissolved in 40 ml of water, and the solution was centrifuged, and then the enzymes were salted out by the addition of ammonium sulfate. The precipitate was dissolved in 5 ml of water, and the solution was dialyzed against tap water for 48 hrs., and then against $M/50$ phosphate buffer solution for 24 hrs. The dialyzed solution was employed as enzymatic solution, 1 ml of this solution contained 25 mg of protein, and was charged to the starch block, and then zone ectrophoresis was carried on. After electrophoresis was performed, 3 ml of water was added to each section of starch block, and the enzymes were eluted from the supporting medium. When electrophoresis was carried out at pH 6.0, arabanase was found to migrate toward the anode, and maximum action of this enzyme was detected in the fraction 8. After electrophoresis was performed at pH 3.6, arabanase was found to migrate toward the cathode, and maximum action appeared in the fraction 8. In both cases of pH 6.0 and 3.6, α-amylase migrated toward the same electrodes as arabanase did, and the maximum actions of the former were detected in the fraction 8. The results of zone electrophoresis were shown in Fig. 4 and 5.

(Received November 30, 1960)

アカマツ樹皮リグニンのアルコリシスについて

十 河 村 男，川 原 　恵

On the alcoholysis of the outer bark lignin of Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.)

Murao SOGO and Megumu KAWAHARA

木材リグニンの構成単位は疎水性物質と考えられる phenylpropane 体であることは古くから知られ[1]，最近生化学的研究が急速に進み，その構造の大要が明らかになった．一方，樹皮のリグニンに関する研究は少なく，そのうちでは douglasfir 樹皮リグニンに関する KURTH 等[2, 3]による研究がある．当研究室では，アカマツ，ミズナラ等の樹皮リグニンについて化学的諸性質を調べ，木材リグニンと大いにその趣を異にしていることを報告し[4, 5]，更に，ニトロベンゼン酸化実験による針葉樹と広葉樹の樹皮リグニンの構成核要素を検索し[6]，樹皮リグニンの場合 guaiacyl 核，syringyl 核及び少量の *p*-hydroxyphenyl 核の外に 3,4-dihydroxyphenyl 核が関与していることを知った．

今回著者等はアカマツ外皮及び外皮の単離リグニンをエタノリシスし，樹皮リグニン中の phenylpropane 体を検索したのでその結果の大要を報告する．

本研究に当り御指導賜った本学教授幡克美博士に深く謝意を表すると共に，エタノリシス油成分の標準試料を恵与下さった農林省林業試験場石原達夫技官並びに岐阜大学農学部樋口隆昌博士に対して厚く御礼申し上げる．

試料の調製

(1) 樹皮粉及び木粉試料

使用したアカマツ外皮（木栓形成層より外側の部分）は香川県木田郡三木町産，樹令35年，径 40 cm の地上約 1.5 m より基部にて比較的外皮の厚い部分を剝皮，風乾，粉砕して 20～40メッシュの部を得た．なお，同一樹の辺材も同様に粉砕した．これら外皮及び辺材粉末をアルコール・ベンゼン (1：1) 混液，アルコール及び熱水で順次充分に抽出して，蠟物質，タンニン，フロバフェン等を除去した．

(2) 外皮単離リグニン試料

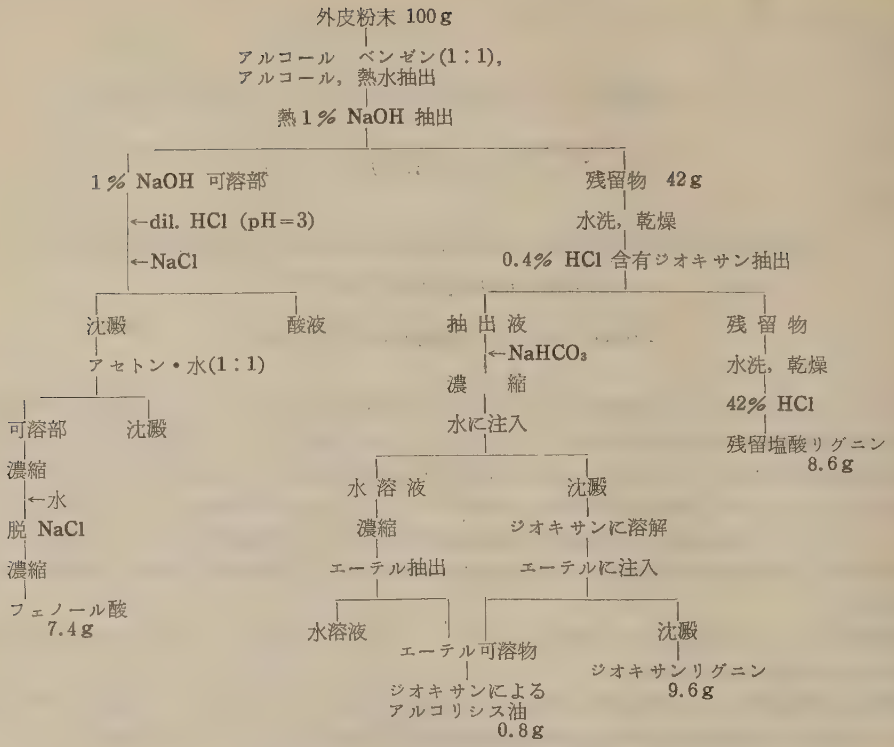
上記外皮エタノリシス試料の一部をとり KURTH 等の方法[2]を改良して第1図に示した如くフェノール酸，ジオキサンリグニン及び残留塩酸リグニンを順次分離した．

(A) フェノール酸

前処理外皮100 g を 1% NaOH 2 *l* で95°C，2 hr 抽出し，濾別，アルカリ液を更新して同様処理を3回行なった．濾液を10% HCl で pH 3 とし，生じた沈澱を遠心分離，これを水 1 *l* に溶解し，NaCl で塩析，生じた沈澱を遠心分離して収得し，アセトン・水 (1：1) 混液 1 *l* に溶解せしめ（不溶物は除去），50°C以下で減圧濃縮して約500 cc とし，IR-120 及び IRA-410 で脱 NaCl，減圧濃縮，乾物としてエーテルで洗滌し，フェノール酸試料 7.4 g を得た．

(B) ジオキサンリグニン

フェノール酸を分離した外皮を水洗，乾燥後，0.4% HCl 含有ジオキサンでソックスレー抽出器を用い 24 hr 抽出，液を更新して3回抽出した．全抽出液を50°C以下で 100cc に濃縮，水 2 *l* に注入，沈降リグニンを水洗，風乾した．これを50ccのジオキサンに再溶解し，1 *l* のエーテルに注入，沈澱をエーテルで充分洗滌し，9.6 g のジオキサンリグニン試料を得た．なお，水に注入した場合の水溶部は 200cc に減圧濃縮して 30 hr 液体抽出器でエーテル抽出し，このエーテル抽出物はジオキサンリグニンのエーテル注入時の エーテル可溶物とあわせて濃縮し，ジオキサンによるアルコリシス油 0.8 g を得た．このアルコリシス油は少量のアセトンに溶解してエタノリシス油成分検索と同様にクロマトグラフィー試料とした．



第1図　アカマツ外皮リグニン試料の分離

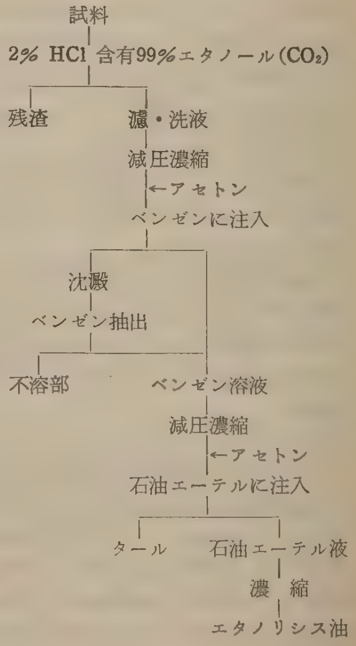
(C)　残留塩酸リグニン

フェノール酸及びジオキサンリグニンを分離除去した残留外皮を42% HCl で常法によって処理し，残留塩酸リグニン試料 8.6 g を得た．

エタノリシス

Brickman 等の方法[7]に準じて第2図の如くエタノリシスした．辺材及び外皮は各々40 g，フェノール酸，ジオキサンリグニン及び残留塩酸リグニンは夫々 5 g の試料をとり，これを $CaCl_2$ 存在下に減圧乾燥した．各試料に10倍量の 2% HCl を含む99%エタノールを加え，乾燥した CO_2 を導入しつつ，48 hr 還流冷却器を付して煮沸した後濾過し，残渣を99%エタノールにて洗滌した．濾液及び洗液を合わせて $NaHCO_3$ 結晶で中和，濾過して濾液を CO_2 を通じつつ50°C以下で減圧濃縮し，エタノールの大部分を駆逐した後，少量のアセトンに溶解し，10倍量のベンゼンに注入，ベンゼン溶液を減圧濃縮した．これを少量のアセトンに溶解し10倍量の石油エーテルに注入，タール様物質を沈降せしめて除去，上澄液を濃縮することによって各々の試料のエタノリシス油を得た．ここに得られたエタノリシス油の収量は第1表に示す．

エタノリシス油収量は辺材2.6%に比べて外皮は5.6%，フェノール酸は8.4%，ジオキサンリグニンは7.1%で高収率であった．残留塩酸リグニンのエタノリシス油収量は 1.1%で著しく少ない．なお



第2図　エタノリシス

ジオキサンリグニン収得時のジオキサン―塩酸によるアルコリシス油は0.8%収率で少なかったが，これは CO_2 を通じないでアルコリシスしたことによって生成物が酸化されたことによると考えられる．0.4% HCl ジオキサンによるアルコリシス処理を経て得られたジオキサンリグニンをエタノリシスすることによって可成りの量のエタノリシス油が得られることはエタノリシスの条件を適当に選べばエタノリシス油収量を上げ得ることが推測でき，HIBBERT[8] が木材リグニンについてリグニンの26%の収量に達せしめ得たこともうなづける．

第1表 エタノリシス油の収量

試料		収量
外皮*		5.6%
外皮リグニン物質	フェノール酸	8.4
	ジオキサンリグニン	7.1
	残留塩酸リグニン	1.1
辺材*		2.6

* アルコール・ベンゼン(1：1)，アルコール，熱水の抽出残渣試料に対する絶乾率

エタノリシス油成分のクロマトグラフィー

エタノリシス油はエーテルに溶解し，新しく調製した 20% $NaHSO_3$，8% $NaHCO_3$ 及び 5% NaOH で順次抽出し，各抽出液は H_2SO_4 で酸性にした後，エーテルで各々抽出してアルデヒド部，酸部及びフェノール部に分別した．この3部を抽出した残りのエーテル溶液を中性部とした．この各分別液を濃縮してペーパークロマトグラフィーによって，下記諸物質の有否を検した．

C_6—C_1 :——

R—CHO	4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde
R—COOH	4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid
R′—CHO	4-hydroxybenzaldehyde
R″—CHO	3,4-dihydroxybenzaldehyde

C_6—C_3 :——

R—CH_2—CO—CH_3	1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone
R—CO—CHOH—CH_3	2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone
R—CO—CH(OEt)—CH_3	2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone
R—CH(OEt)—CO—CH_3	1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone
R—CO—CO—CH_3	1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione

R …………4-hydroxy-3-methoxyphenyl 核
R′ …………4-hydroxyphenyl 核
R″…………3,4-dihydroxyphenyl 核

クロマトグラフィーは東洋濾紙 No. 50 を用い標準試料について展開を試みた．展開剤にはメタノール・ベンゼン・リグロイン (b.p. 100～120°C) 1：5：5 及び 3% NH_4OH 飽和ブタノールを用い上昇法 22°C で夫々 2 hr, 15 hr 展開した．検出は NH_3 ガス中の蛍光，5% HCl に飽和した 2, 4-dinitrophenylhydrazine 及び 1% $FeCl_3$ と 1% $K_3Fe(CN)_6$ 1：1 混液による呈色等によった．標準物質に関するクロマトグラムは第2表に示した通りである．

これによると一次元のクロマトグラムでは全物質を一度に確認することが困難であったので，東洋濾紙 No. 50 40×40 cm で一次元にメタノール・ベンゼン・リグロイン 1：5：5 で 1.5 hr，二次元に 3% NH_4OH 飽和ブタノールで 12 hr 展開した．その結果は，第3図に示した如く満足する結果が得られた．

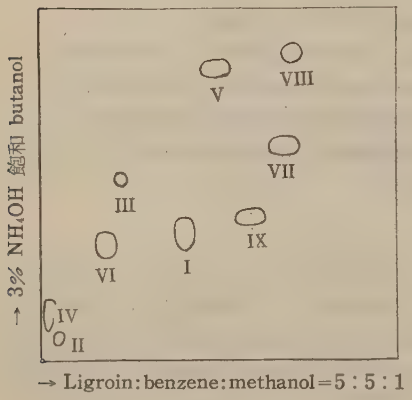
エタノリシス油を二次元クロマトグラムで展開した検出結果は第3表の通りである．なお，中性部には何も検出されなかった．

辺材をエタノリシスした結果は石原，近藤の結果[9]と一致していた．即ち，phenylpropane 体として 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone, 2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone, 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone, 1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone 及び 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione が確認された．この 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone はリグニンが分解して生じた 2-hydroxy-1 (4-hydroxy 3

第2表 エタノリシス油成分のクロマトグラム

物質	Rf 値		紫外線下の色		試薬による呈色		
	*	**	無処理	NH_3 ガス処理	NH_3 ガス	2,4-dinitrophenyl-hidrazine	$FeCl_3+K_3Fe(CN)_6$
4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	0.48—0.53	0.32—0.40	紫	紫	—	橙	青
4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid	0.04—0.06	0.05—0.10	—	—	—	—	青
4-hydroxybenzaldehyde	0.22—0.25	0.50—0.54	—	褐	—	暗赤	—
3,4-dihydroxybenzaldehyde	0.01—0.04	0.08—0.18	褐	暗紫	—	黄褐	青
1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone	0.47—0.55	0.80—0.85	—	—	淡橙	黄橙	青
2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone	0.15—0.21	0.31—0.37	明青	明紫	淡黄	淡黄	青
2-ethaxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone	0.65—0.72	0.58—0.63	青	淡紫	—	淡橙	青
1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone	0.69—0.74	0.84—0.89	—	—	—	淡黄	青
1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione	0.56—0.62	0.38—0.42	淡褐	褐	黄	淡黄	青

* Ligroin : benzene : methanol = 5 : 5 : 1 ** 3% NH_4OH 飽和 butanol



Ⅰ : 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde
Ⅱ : 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid
Ⅲ : 4-hydroxybenzaldehyde
Ⅳ : 3,4-dihydroxybenzaldehyde
Ⅴ : 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone
Ⅵ : 2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone
Ⅶ : 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone
Ⅷ : 1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone
Ⅸ : 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione

methoxyphenyl)-1-propanone が更にエチル化を受けて生じた型のものであることは明らかであり，1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone からの転位経路も認められている．この外9個の未確認物質が認められる．これら検出された phenylpropane 体は全て guaiacylpropane 体であり，4-hydroxyphenyl 核に関してはニトロベンゼン酸化生成物として確認した[6] 4 hydroxybenzaldehyde が得られるのみで 4-hydroxyphenylpropane 体の存否に関する知見は得られなかった．なお辺材のみでなく外皮リグニン物質を通じてニトロベンゼン酸化生成物として確認した[6] 4 hydroxy-3-methoxybenzaldehyde, 4-hydroxy-3 methoxybenzoic acid, 4-hydroxybenzaldehyde もエタノリシス油中に検出できた．更に，外皮及びそのフェノール酸からは 3,4-dihydroxybenzaldehyde も認められた．外皮は辺材の場合と同様な phenylpropane 体が検出され，外皮のフェノール酸からは 1-(4-hydroxy 3-methoxyphenyl)-2-propanone と 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3 methoxyphenyl)-1-propanone が検出された．3,4-dihydroxybenzaldehyde は確認されたが 3,4-dihydroxyphenylpropane 体に関

第3表　アカマツ外皮及び辺材のリグニン物質のエタノリシス油成分検出
(ペーパークロマトグラフィー)

試料		フラクション	4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid	4-hydroxybenzaldehyde	3,4-dihydroxybenzaldehyde	1-(4-hydroxy-3-methaxyphenyl)-2-propanone	2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone	2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone	1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone	1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione
外皮		20% $NaHSO_3$	++	+	+	++	+	+		+	++
		8% $NaHCO_3$	+	+++		++	+	+	++		+
		5% NaOH		++		+++			++++		
外皮	フェノール酸	20% $NaHSO_3$	+++	+++	++	++	++				+
		8% $NaHCO_3$	+	++		++			++		
		5% NaOH	+	+					++		
	ジオキサンリグニン	20% $NaHSO_3$	++	+	+		+++	+			++
		8% $NaHCO_3$	+	+				++	+++		+
		5% NaOH	+	+					++		
	ジオキサンによるアルコリシス油	20% $NaHSO_3$	++	+	++	?	?				++
		8% $NaHCO_3$	++	++		?		++			++
		5% NaOH						+			
	残留塩酸リグニン	20% $NaHSO_3$	+	++						?	+
		8% $NaHCO_3$		+							
		5% NaOH		+							
辺材		20% $NaHSO_3$	++	+	+		+	+	+	+	+++
		8% $NaHCO_3$	+	++				+++	+++	+	++
		5% NaOH	+						+++		

する知見は得られなかった．ジオキサンリグニン分別過程に於いて 0.4% HCl ジオキサンでアルコリシス分解生成したアルコリシス油には 2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone と 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione が認められ，ジオキサンリグニンを更にエタノリシスするとその外に 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone と 2 ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone が検出された．これは 0.4% HCl ジオキサンによるアルコリシス過程に於て生成物の一部が酸化分解したものか，エタノリシスの条件がリグニンのジオキサン分解に優るものかによるものと考えられる．1% NaOH 熱処理及び 0.4% HCl ジオキサン抽出及び 42% HCl で順次処理して得られた残留塩酸リグニンを更にエタノリシスすると 2 ethoxy 1-(4 hydroxy-3 methoxyphenyl) 1 propanone と 1-(4-hydroxy-3 methoxyphenyl)-1,2-propanedione が検出される．これは完全にアルコリシスする条件を見出せばエタノリシス油収量を上げ得ることを暗示していると思われる．

摘　　要

(1) アカマツ外皮，辺材，外皮単離リグニン(フェノール酸，ジオキサンリグニン，残留塩酸リグニン)をエタノリシスし，エタノリシス油成分をペーパークロマトグラフィーによって，4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde(I),

4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid (II), 4-hydroxybenzaldehyde (III), 3,4-dihydroxybenzaldehyde (IV), 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone (V), 2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone (VI), 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone (VII), 1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone (VIII), 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione (IX) 等の所在について研究した。

(2) アカマツ辺材リグニンについては，ニトロベンゼン酸化生成物として確認されている phenyl 核物質 I，II，IIIの外に，phenylpropane 体としてV，VI，VII，VIII，IXを検出した。

(3) 外皮及びそのフェノール酸においてはI，II，IIIの他にIVが認められ，また phenylpropane 体として外皮からV，VI，VII，VIII，IX，フェノール酸からV，VII，IXをそれぞれ検出した。3,4-dihydroxyphenyl 核を有する phenylpropane 体に関する知見は得られなかった。

(4) ジオキサンによるアルコリシス油収量は少ないが guaiacylpropane 体 VI，IXが認められ，このアルコリシス過程を経て得られたジオキサンリグニンをエタノリシスした場合にも可成りの量でエタノリシス油が得られ guaiacylpropane 体 V，VI，VII，IXを検出した。

(5) 残留塩酸リグニンから得られる少量のエタノリシス油からも guaiacylpropane 体としてVII，IXが認められた。

(6) 樹皮リグニンに phenylpropane 構成基本物質が存在することを明らかにした。

本研究は第5回リグニン化学討論会（昭和35年11月20日，名古屋商工会議所）に於て報告したものの一部である。

参考文献

(1) Brauns, F. E.: Chemistry of Lignin, 452—482, New York, Academic Press Inc. (1952).

(2) Kurth, E. F and Smith, J. E.: *Pulp and Paper Mag. of Canada*, **55**, 12, 125 (1954).

(3) Kurth, E.F., Hubbard, J.K., and Humphrey, J.D.: *Forest Products Research Soc.*, **3**, 276 (1949).

(4) 幡，十河：木材学会誌，**4**，1，5 (1958).

(5) ——，——：同上誌，**6**，2，71 (1960).

(6) 十河：香川大学農学部学術報告，**10**，1，46(1959).

(7) Brickman, L., Pyle, J., McCarthy, J., and Hibbert, H.: *J. Am. Chem. Soc.*, **61**, 868 (1939).

(8) Hibbert, H. and Mitarb, U.: *J. Am. Chem. Soc.* **63**, 3041, 3045 (1941).

(9) 石原，近藤：農化，**30**，278，720 (1956).

Résumé

Outer bark and sapwood of *Pinus densiflora* were extracted successively with alcohol-benzene (1:1), ethanol, and hot water. Lignins of the extracted bark were fractionated into the phenolic acid, dioxane lignin, and residual Willstätter lignin (Fig. 1). These isolated bark lignins, the extracted outer bark, and the extracted sapwood were subjected to the ethanolysis and the petroleum ether soluble fraction of the ethanolysis oils was separated succesively into the $NaHSO_3$, $NaHCO_3$, and NaOH soluble fractions. The fractionated ethanolysis oils were examined by the paper chromatography for 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid, 4-hydroxybenzaldehyde, 3,4-dihydroxybenzaldehyde, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone, 2-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone, 2-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-propanone, 1-ethoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propanone, and 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,2-propanedione. The results of chromatography are shown in Table 3.

Wood lignin contains guaiacyl type and 4-hydroxyphenyl type nucleus. Outer bark phenolic acid contains 3,4-dihydroxyphenyl type nucleus in addition to guaiacyl and 4-hydroxyphenyl types. Dioxane lignin and residual Willstätter lignin of bark also contain guaiacyl type and 4-hydoxyphenyl type nucleus, but these have not 3,4-dihydroxyphenyl type nucleus. Moreover, the results indicate that bark lignins consist of phenylpropane type building stones, because they give phenylpropane compounds. 3,4-Dihydroxyphenyl type phenylpropane compound could not be found as the building unit of bark phenolic acid.

(Received November 30, 1960)

流下式塩田における適正採かん濃度に関する研究

特に気象要因と限界蒸発濃度の関係について

青 木 利 夫, 安 藤 嘉 教

Studies on the suitable concentration in brine production in the flowing-down salt fields

On the relation between the critical concentration and the meteorological factors

Toshio AOKI and Yoshinori ANDO

I 緒 言

立体濃縮装置を併設している流下式塩田においての適正な採かん濃度の決定は，塩田施設の規模，塩田立地条件，工場のせんごう能力との関係等多くの要因によって変ってくる．ここでは，立体濃縮装置（枝条架，ネット式）における気象要因と，限界蒸発濃度（ここでは，一定の温度，一定の相対湿度のもとで理論的に蒸発出来る濃度のうちで最高のものとする）の関係について求め，現場の採かん操作に役立つ図表を作成した．

II 研究方法および結果

(1) かん水濃度と蒸気圧の関係

一定液温のかん水の蒸気圧は，濃度の上昇にともなって低下し，一定濃度のもとでは，液温の上昇にともなって上昇する．液温 25°C のかん水の飽和蒸気圧と濃度の関係は，すでに芝氏[1]の測定値がある．この測定値にもとずき，純水の蒸気圧を1としたかん水の各濃度の蒸気圧の比を20～130 Cl ‰ の範囲で 10 ‰ おきに前記測定値をグラフにしたものより求めて第1表を得た．

第1表の値を液温 20°C から 25°C まで 1°C ごとに純水のその温度の飽和蒸気圧に乗じて，かん水濃度と蒸気圧の関係数値を求めて第2表を得た．第2表の各数値を計算するとき，液温 20°C から 25°C にわたって濃度別の蒸気圧比を液温25°Cにおける値を用いたが，この程度の温度範囲では一定として大差はない．

第1表 かん水濃度と蒸気圧比 (25°C)

塩分濃度 (Cl‰)	蒸 気 圧 比
20	0.980
30	0.970
40	0.961
50	0.950
60	0.938
70	0.925
80	0.911
90	0.895
100	0.879
110	0.861
120	0.841
130	0.818

(2) 相対湿度と蒸気圧の関係

気象上空気中の水分を表わす一方法として相対湿度があり，次式によって表わされる．

$$u=\frac{e}{e_w}\times 100$$

ただし u ；相対湿度 (%)
e ；空気中水蒸気圧
e_w；空気中飽和蒸気圧

ここで一定温度のもとでは，e_w は一定であるから相対湿度がわかれば e 即ち，その状態の空気中の水蒸気圧が決まってくる．この e を気温 25°C の場合につき相対湿度 51～100 % にわたって，1 %おきに計算して第3表の値を得た．なお，第1，2，3表の計算値のもとになる 25°C の純水の飽和蒸気圧の値は，気象常用表[2] に mb で表わされているものを，mmHg に換算して用いた．

第 2 表　かん水濃度と液温別蒸気圧（mmHg）

液温℃ / 濃度 Cl‰	20	21	22	23	24	25
0	17.535	18.650	19.827	21.068	22.377	23.756
20	17.184	18.277	19.430	20.646	21.929	23.281
30	17.009	18.090	19.232	20.435	21.705	23.043
40	16.851	17.922	19.053	20.246	21.504	22.830
50	16.658	17.717	18.835	20.014	21.258	22.568
60	16.448	17.493	18.597	19.761	20.989	22.283
70	16.220	17.251	18.339	19.487	20.698	21.974
80	15.974	16.990	18.062	19.192	20.385	21.642
90	15.694	16.691	17.745	18.855	20.027	21.262
100	15.413	16.393	17.427	18.518	19.669	20.882
110	15.098	16.057	17.071	18.139	19.266	20.454
120	14.747	15.684	16.674	17.718	18.819	19.979
130	14.344	15.255	16.218	17.233	18.304	19.432

(3)　相対湿度と限界蒸発濃度の関係

第 2 表に示したかん水の濃度と蒸気圧，および，第 3 表に示した相対湿度と蒸気圧の両者から，相対湿度と限界蒸発濃度の関係を，グラフによる方法で求めた．自然状態で蒸発が行なわれている時は，蒸発潜熱をとられるために液温は通常，気温よりも若干低い温度で動的平衡状態にあり，時々刻々，気象の変化につれ又被蒸発体であるかん水の濃度変化にともなって，温度差および蒸発速度が違ってくる．

そこで気温と液温の差を ΔT とし，$\Delta T = 1°C$ から 5°C までとって，温度差別に相対湿度と限界蒸発濃度の関係を示すグラフを作成した．即ち第 3 表の値から，相対湿度を横軸に，蒸気圧を縦軸にとってグラフを画き，この線上に第 2 表の同温の蒸気圧と同一点の相対湿度の値を読みとり，蒸気圧に相応する濃度を横軸に，相対湿度を縦軸にとってグラフを画く．同様の方法で第 2 表の温度を 1°C ずつずらせて対応する湿度と濃度の関係を求めて，$\Delta T = 1 \sim 5°C$ までグラフに表わしたものが第 1 図である．

第 3 表　相対湿度と蒸気圧（25°C）

相対湿度 %	蒸気圧 mmHg	相対湿度 %	蒸気圧 mmHg
51	12.115	76	18.054
52	12.353	77	18.292
53	12.590	78	18.529
54	12.828	79	18.767
55	13.065	80	19.004
56	13.303	81	19.242
57	13.540	82	19.479
58	13.778	83	19.717
59	14.016	84	19.955
60	14.253	85	20.192
61	14.491	86	20.430
62	14.728	87	20.667
63	14.966	88	20.905
64	15.203	89	21.142
65	15.441	90	21.380
66	15.678	91	21.617
67	15.916	92	21.855
68	16.154	93	22.093
69	16.391	94	22.330
70	16.629	95	22.568
71	16.866	96	22.805
72	17.104	97	23.043
73	17.341	98	23.280
74	17.579	99	23.518
75	17.817	100	23.756

採かん現場では，濃度をボーメ比重計にて測定するので，図の下側の濃度表示 Chlorinity に相応するボーメの値を上側に目盛った．

Ⅲ　考　　察

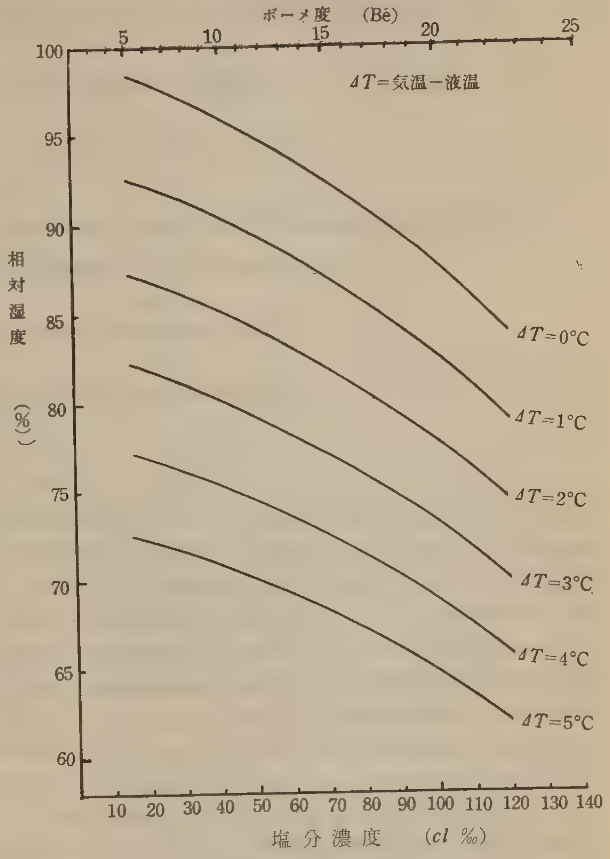
自然状態で，かん水の濃縮過程においてかん水の蒸発が起るためには，その時の液温と濃度によって定まるかん水の蒸気圧が，被蒸発体をとりまく気象要因によって定まる大気中の水蒸気圧よりも常に高いことが必要である．したがってこの両者が等しい時の空気中の水蒸気圧を相対湿度に換算すれば，相対湿度とかん水濃度の間で蒸発の限界線がえられる．第 2 図は，採かん現場で直ちにかつ簡単に測定できる値から，蒸発が可能か否か，又ある気象条件のもとで，どの位の濃度まで濃縮できるかを判断するに便利であ

る．1例をあげれば，気温と水温の差が 1°C の時相対湿度が 80% であったとすると，約 21°Bé まで濃縮できるが，温度差が 2°C となると 16°Bé まで，3°C では 8.5°Bé までと濃縮範囲は減少することがわかる．又液温と気温の差が一定であっても濃度が高くなるにつれ，蒸発可能な相対湿度が低くなることを表わしている．

Ⅳ 摘 要

気温，湿度，風速，日射等の気象要因と，かん水の濃度，液温が塩田におけるかん水の蒸発に関係している．前者は大気中の水蒸気圧に関係し，後者はかん水の蒸気圧を決定する．蒸発はかん水蒸気圧が大気中の水蒸気圧より大なる場合に起る．この報告においては自然状態即ち常温常圧下の相対湿度 50～100% に相応する大気中の水蒸気圧と，かん水濃度20～130 Cl‰ に相応するかん水の蒸気圧の関係を求め，ある温度，湿度のもとで限界蒸発濃度を示すグラフを作成した．これは，採かん現場での操作に対して役に立つものと考える．

なお，本研究は文部省試験研究費の一部によって行なったもので謝意を表したい．



第1図 相対湿度と限界蒸発濃度の関係

参 考 文 献

(1) 専売公社中央研究所編：製塩用図表集，53，東京，専売公社中央研究所 (1954)．

(2) 気象協会編：気象観測のための常用表．東京，気象協会 (1957)．

Summary

Evaporation from brine in the salt fields depends mainly on the meteorological factors, such as air temperature, humidity and wind speed as well as the concentration and temperature of the brine. It is natural that evaporation from the brine should occur on condition that the vapor pressure of the brine is larger than the atmospheric vapor prussur. We studied the relation between vapor pressure of brine containing 20 to 130 Cl‰ and atmospheric vapor pressure. In our investigations the relative humidities were within the range of 50 to 100 % at ordinary atmospheric conditions.

From these results we made a graph which the critical concentration required for evaporation at a given temperature and humidity.

The graph will be useful to practical operations in the brine production.

(Received November 30, 1960)

麦多株穴播栽培における雑草防除に関する研究

I．除草剤の利用方式について（1）

井口厚信，植木邦和

Studies on controlling the weeds in wheat cultivation by the seeding in group at the interval of the rice hill

I. The formula of using herbicides (1)

Atunobu INOKUTI and Kunikazu UEKI

1. 緒言

最近，麦作の合理化による生産性の向上が論じられ，省力栽培法の一つとして，多株穴播栽培が，各地にひろまりつゝある．本栽培法によると，不耕起の稲作跡に多量の肥料を施す関係で，雑草がよく繁茂する上に，除草作業に適する時期が，播種当時あるいは生育初期に限られている(3)．したがつてドリル播あるいは全層播などの場合と同様，多株穴播栽培においても，雑草防除は，重要な問題である．

従来，多株穴播栽培における雑草防除には石灰窒素が用いられていたが(4)，本研究においては，とくに，近年実用に移されつゝある除草剤を，麦の播種前または播種後に，単独または，混合して使用する方法を検討し，麦多株穴播栽培における有効な利用方式を，決定しようとしたものである．

実験の結果，麦の播種前または，播種後いずれの場合も，除草剤 PCP, CAT または PCP と CAT の混合使用が，除草効果たかく，また，麦に対する薬害もあらわれず，雑草害軽減効果も著しいことが判明した．

こゝに，その大要を報告し，大方の参考に供する次第である．

なお，この研究を行うに当り，多大の示唆を与えられた農林省関東東山農業試験場荒井正雄技官に対し，深甚の謝意を表すると共に除草剤の提供をうけたシマジン普及会ならびに PCP 協議会に対し，厚くお礼を申し上げる．

2，実験材料および方法

1）実験材料

供試麦は，香川大学農学部附属農場産の「小麦農林26号」（香川県奨励品種）である．

除草剤は，CAT（成分量 50%）および PCP（成分量 86%）の水和剤を用いた．なお，比較に石灰窒素（N 成分量 21%）を供試した．

除草剤は，手押噴霧器で，また，石灰窒素は，肥振器で，晴天無風時に，試験圃全面に均一に散布した．

2）実験方法

実験計画の大要は，次の通りで，a. では播種直後の使用が，また，b. では播種前の使用が，雑草の発生ならびに麦の生育，収量に及ぼす影響を，調査したものである．

3，実験結果および考察

1）除草効果

a. 播種後使用の場合

各試験区における，雑草抑制状況は，第1表および第1図の通りである．

1958年度においては，CAT a 当 7 g 処理区は，石灰窒素 a 当 5.6 kg 処理区と同様無処理区に比して，雑草の抑制効果が大きい(2)．とくに，CAT 処理区は，優占雑草スズメノテッポウに対して，卓効を示している．

なお，CAT は，石灰窒素に比して，残効性が長く，麦の生育後期における発生雑草も抑制するがヤエムグラに

a. 播種直後に使用した場合

年度	除草剤の種類および a 当処理量（製品量）		処理時期
		g	月 日
1958	CAT	7	12.2
	石灰窒素	5600	12.2
	無処理	——	——
1959	PCP	100	11.18
	CAT	6	11.18
	PCP+CAT	100+6	11.18
	無処理	——	——

註）

	1958年度	1959年度
試験区	1区 9.9m², 3区制	1区 7.5 m², 3区制
播種時期	12月1日	11月17日
播種密度	25.6 cm×12.8 cm	25.6 cm×19.5 cm
播種方法	上記の密度に穴つき棒で穴をあけ，麦粒を1穴に7～8粒宛播種し，3cm 程度に覆土し，軽く鎮圧を行う．	上記の密度に，穴播点播機で穴をあけ，麦粒を1穴に10粒宛播種し，2～3 cm 程度覆土し，軽く鎮圧を行う．
施肥	CATおよび無処理区は,a当硫安6.75kg，過石 3.75kg および塩加 1.5kg を基肥および追肥に分けて施肥した．石灰窒素区は．a 当石灰窒素 5.6 kg の他，硫安 1.13 kg，過石 3.75 kg および塩加 1.5 kg を基肥および追肥に分けて施肥した．	各試験区共，a 当尿素化成 3.0kg，塩安 2.7 kg，過石 4.5kg，塩加0.9kg を基肥および追肥に分けて施用した．

b. 播種前に使用した場合

年度	除草剤の種類および a 当処理量（製品量）		処理時期
		g	月 日
1959	PCP	100	11.12
	CAT	6	11.12
	PCP+CAT	1000+6	11.12
	無処理	——	——

註）

試験区　1区 7.5 m², 3区制
播種時期　11月17日
播種密度　25.6 cm×19.5 cm
播種方法　上記の密度に，穴播点播機で穴をあけ，麦粒を1穴に，10粒宛播種し，2～3 cm 程度の覆土を行う．

対しては，除草効果が，やゝ劣るようである．このような現象は，ヤエムグラム種子の休眠ならびに発芽の特性，または，除草剤の処理方法の違いによつて生じるものと思われ，この点に関しては，今後，さらに検討する必要がある．

1959年度においては，CAT a 当 6 g 処理区は，前年度同様，無処理に比し，雑草抑制程度大きく，とくに，PCP a 当 100 g と CAT a 当 6 g との混用処理区は，顕著で，除草剤による雑草防除効果が，十分みとめられる．

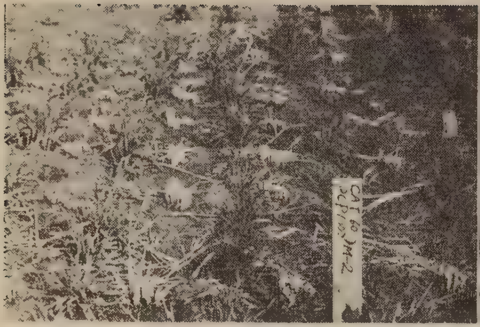
なお，PCP 処理区では，CAT 処理区，PCP と CAT との混用処理区に比し，麦の生育中後期に雑草が可成発生する．このような傾向は，PCP の土壌中における効力持続期間が，CAT のそれより短いことに基因するものとも考えられる．

第1表　残存雑草風乾重

年度	試験区	スズメノテツポウ	ヤエムグラ	全雑草	同左無処理対比 %
		g	g	g	
1958	CAT	159.8	20.2	193.8	52
	石灰窒素	190.3	16.6	209.1	57
	無処理	343.0	11.6	369.8	100
1959	PCP	16.4	0	16.7	31
	CAT	3.7	0.3	5.3	10
	PCP+CAT	0.6	0.6	1.2	2
	無処理	53.6	0.2	54.7	199

註）

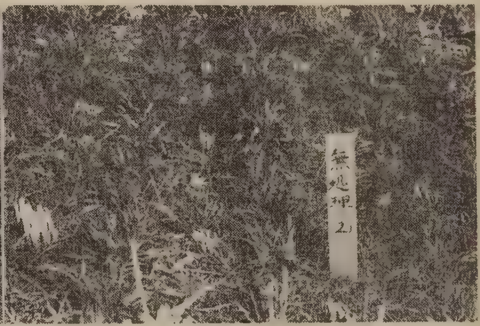
	1958年度	1959年度
抜取面積	0.8 m²	30 cm²
調査期日	5月7日	4月5日



PCP, CAT 混用区

CAT 単用区

PCP 単用区



無　処　区

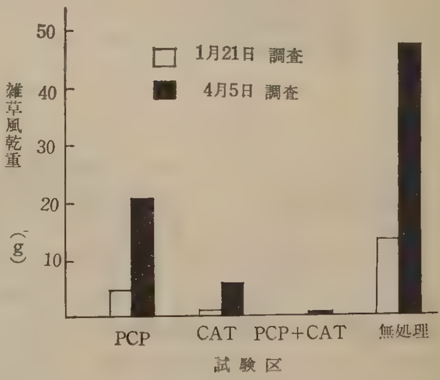
第1図　播種後処理雑草抑制状況 (1959)

b.　播種前使用の場合

各試験区における，雑草抑制状況は，第2図の通りである．

各処理区共，a. の播種後使用の場合と同様，無処理区に比し，除草効果は大きい．とくに，PCP a 当 100 g と CAT a 当 6 g との混用処理区は，雑草抑制程度が，顕著である．

なお，本実験の範囲では，PCP 処理区は播種前発生雑草に対しては，防除効果が大であるが，播種後発生の雑草に対しては，CAT 処理区ならびに PCP と CAT との混用処理区に比し，抑制程度が不十分である．このような除草効果の違いは，それぞれの除草剤における残効性の差異にもとづくものと思われる．



第2図　播種前処理残存雑草量 (1959)

2)　麦に対する薬害

本実験の範囲では，除草剤処理による薬害は，全層播の場合(1)と同様，各試験区共，ほとんど認められず，生育も順調である．

3)　小麦に対する雑草害軽減効果

各試験区における小麦の生育ならびに収量に及ぼす影響を，調査した結果は，第2表の通りである．

すなわち，1958年度の CAT a 当 7 g 処理区は，石灰窒素 a 当 5.6 kg 処理区と相似た成績を示し，無処理区のような，雑草害による減収の傾向は，認められない．また，1959年度の除草剤処理区は播種前，播種後共，CAT a 当 6 g 処理区ならびに PCP a 当 100 g と CAT a 当 6 g との混用処理区においては，除草剤による雑草害軽

第2表 小麦の生育および収量

年度	処理時期	試験区	3月末 草丈	3月末 茎数	稈長	穂長	穂数	穂重 (20株当)
			cm	本	cm	cm	本	g
1958	播種後	C A T	42.8	13.9	94.1	7.80	11.4	332
		石灰窒素	44.1	14.1	92.1	7.90	12.1	336
		無処理	40.0	11.0	86.4	7.50	8.5	226
1959	播種後	P C P	61.7	27.2	85.3	7.03	22.0	508
		C A T	53.3	8.27	88.9	6.37	22.9	529
		PCP+CAT	63.4	31.5	89.9	7.21	24.3	539
		無処理	57.0	21.2	76.8	6.58	18.4	336
	播種前	P C P	55.4	24.6	81.7	7.09	21.5	450
		C A T	10.5	28.5	89.8	7.45	23.4	568
		PCP+CAT	59.8	30.1	86.2	7.56	22.6	561
		無処理	60.8	15.7	71.7	6.50	14.3	270

註） 各試験区共 20株平均

減の効果は，顕著にあらわれている．なお，PCP 処理区は，CAT 処理区ならびに PCP と CAT との混用処理区に比し，やゝ減収の傾向がある．これは，PCP の残効性が，CAT に比して短く，その結果，麦の生育中後期に発生する雑草の影響によるものと考えられる．

以上の結果，麦の多株穴播栽培における雑草防除の場合には，播種前発生雑草に対しては，PCP が有効であるが，播種後発生雑草に対する防除効果も考え，土壌中における効力持続期間の極めて長い CAT を組み合わせた除草剤利用方式が，効果的と考える．これと相似た傾向は，早生ハダカ麦の場合(5)および全層播の場合(1)においても認められている．

なお，除草剤を組み合わせる場合の混合割合，あるいは，播種前発生雑草に対する除草剤の処理時期と除草効果との関係，または，処理後播種までの日数と麦の薬害との関係などについて，さらに，深く究明し，より合理的な除草体系を樹立する必要がある．

4. 摘　　要

1) 本研究は，多株穴播栽培における雑草防除に関する研究の1部として，除草剤 CAT ならびに PCP を，麦の播種前または播種後に用い，有効な除草剤利用方式を決定しようとしたものである．

2) 雑草防除効果については，播種前ならびに播種後処理共，無処理の場合に比し，雑草の抑制効果が大きく，その程度は，PCP または CAT 単用の場合より，PCP と CAT との混用の場合が，さらに大である．

3) 麦に対する薬害については，除草剤処理による影響は，ほとんど認められず，生育も順調である．

4) 麦に対する雑草害軽減効果については播種前ならびに播種後いずれの場合も，CAT 単用，または，PCP と CAT との混用の場合は，除草剤による効果が，顕著にあらわれているが，PCP 単用の場合は，雑草害による減収の傾向が，やゝ認められる．

5) 以上の結果，PCP と CAT とを組み合わせた除草剤の利用方式が，効果的と考えられるが，今後，除草剤の混合割合，処理時期と除草効果，あるいは，処理後播種までの日数と麦の薬害との関係などについて，さらに，深く究明する必要がある．

文　　献

(1) 関東東山農試雑草防除研究室：麦多条播栽培における雑草防除体係に関する研究，雑草防除研究室成績書 (1960).

(2) 笠原安夫，定金　章：不整地播栽培における播種前，発芽前処理，新除草剤の麦作雑草防除と生理的特性に関する研究（印刷物）(1959).

(3) 加藤喜良，久保　博：麦の多株穴播栽培法，農業及園芸，**34,** 1519 (1959).

(4) 農林省振興局研究部：石灰窒素による麦作雑草防除に関する研究，農業改良技術資料，**8,** (1958).

(5) 四国農試作物研究室：早生稞麦の省力多収栽培に関する研究，昭和34年度麦作試験成績概要 (1960).

Résumé

1. As a part of the studies on controlling the weeds in wheat cultivation by the seeding in group at the interval of the rice hill, the effective formula of using herbicides such as CAT and before or after the sowing of wheat, were studied.

2. The weed controlling effects were remarkable on the application of herbicides before or after the sowing of wheat, and the degree was large especially in the mixed using PCP and CAT.

3. The chemical injury was hardly observed, the growth being normal.

4. The reducing effect of the weed injury to wheat was remarkable on the application of CAT only or PCP and CAT mixed, but appling of PCP only, the yield of wheat decreased somewhat by the weed injury.

5. The formula of using jointly with PCP and CAT was most effective. The studies on mixing the rate of herbicides, and on the relation between the treated time and effects of weed control, also that between the days till the sowing after treating and the chemical injury to wheat, must be investigated further.

(Received November 30, 1960)

Counseling に関する研究

—ラポートについて—

境田耕治

Studies on the Counseling

On the Rapport

Koji SAKAIDA

I 緒言

Counseling（カウンセリング）とは，広い意味では“相談”又は“助言”と言うことである．そして，我々が日常の社会生活の中で直面する悩み，苦しみ，緊張や圧迫等について，他に相談し，問題解決の糸口を見出し，又は解決を得ることは，現実的な形態や機能として広く行われていることである．

しかしここでは，教育の場に於ける，組織化され技術化された心理学的分野からみるカウンセリングの問題をとり上げ，特にその方法上におけるラポート（rapport）を中心として論を進めて行きたいと思う．

カウンセリングの方法については厳密に言っていろんな立場がある．第一は指示的カウンセリング（Counselor-Centered 又は direcive Counseling）であり，第二は非指示的カウンセリング（Client-Centered 又は nondirective Counseling），第三には以上の二つを併用する折衷的カウンセリング（eclectic Counseling）である．尚その他に，以上の心理学的なカウンセリングの諸立場に影響を与え，そして又現在もう一つの重要な役割を担っている精神分析学的な立場に立って，フロイト式のいわゆる自由連想法を主体とし，ロールシャッハ・テストをも駆使して行なうカウンセリングもあるわけである．

現在，カウンセリングについての研究においては，折衷的な立場を取っている場合が多いように思われるが，この点についてはウイリアムスン（WILLIAMSON. E. G.）が述べているように，「カウンセリングの究極の目的乃至目標が，個々のクライエント（Client）が，その能力の限界内で最大限の発達をなすことが出来るように援助を与える」ことである限り，その方法は，カウンセラー（Counselor）の個性に最も適合し，しかもクライエントの必要に応じて，その問題について最も有効且つ望ましい方法が考えられなければならないことになる．

II ラポート（Rapport）について

1. ラポートの意味

以上簡単に述べた方法上の諸立場の何れをとるとしても，カウンセリングを実施するに当って最も重要であり，カウンセラーにとって十分検討されねばならないことの一つがラポートの問題であるように思う．

何故ならば，カウンセリングはカウンセラーと生徒との間に行なわれる，直接の，しかも一対一の人間関係において成り立つものだからである．従って二人の間に“信頼が介在し，心が通い合っている状態”が維持され，“何のかくし立てもなく心の底から打ち明けられ”“話したことが十分に理解される”という関係，つまり心のつながりが保たれなければ，真のカウンセリングは成立し得ないと言って良い．故にラポートはカウンセリングを効果あらしめるための基本的な条件であることは言うを俟たない所であろう．特にカウンセリングを実施する上に，カウンセラーとクライエントとの間に作り出されるラポートの強さが，以後のカウンセリングの深さと持続性や，クライエントを洞察する上に極めて大きな影響をもつものであり，ひいてはカウンセリングの効果を左右すると言っても過言ではないであろう．

2. ラポートを高める要件

それでは，このような意味と重要性を持つラポートを高める為には，カウンセラーにとって如何なる心構えが必

要であろうか．つまりは，カウンセラーの取るべき行動又はクライエントに接する態度が如何にあるべきかという問題について考察の歩を進めてみたいと思う．というのは，僅かの事例ながら，実際にカウンセリングを行なってみても，例えばクライエントが極度の心理的緊張の状態にあったり，必要以上の防衛態勢を取って居たり，非常にぎこちない態度で，自由な表現を妨げるようなことはまま起り勝ちである．そのような場合カウンセラーとしては，既にカウンセリングの第一歩において，その後のカウンセリングの成果が危ぶまれることにもなり兼ねないからである．

このような観点に立つならば，ラポートを高める為にカウンセラーとして留意すべき要件は，以下述べるような事柄になるであろう．

(1) クライエントの気持を和げること．——クライエントが特に初対面のカウンセラーに対してとる態度は，意識的たると否とにかかわらず，極度に緊張して居る場合が多く，多くは極めて警戒的である．気持を解きほぐす為には，気軽な雑談をすることが非常に有効である．時によっては，日常生活の明るい，愉快で楽しい面，クライエントの身近な出来事や長所，美点，興味を持っている事柄等について，軽い気持で話しかけることである．

(2) カウンセラーの気持を表面に表わす努力．(1)の場合と密接な関係があるが，カウンセラーがクライエントに対して持っている暖かい気持，そして又誠実さを持って居り，信頼し得るという印象をクライエントに与えるよう，つとめてそれを外に表現しなければならない．

(3) 批判をさけること．——カウンセラーは，いかなるクライエントの，いかなる問題であっても，善悪の批判に対する先入感を持っていてはならないことは当然である．そしてクライエントの行動や言葉に対して，すぐ善悪の判断を下したり，批判的な態度をとることはつとめて避ける必要がある．このようなカウンセラーの態度は，切角の信頼感を裏切ることになり，自由な表現どころか，往々にしてクライエントの沈黙を意識的に招く恐れがあるからである．

(4) クライエントの秘密は必らず守られるとの信頼感を持たせる．——個人的な秘密は決して口外しない旨を最初に明言しておくことは必要であり，発言した秘密は必らず守られるという信頼感を抱かせることが大事である．カウンセリングは普通の場合，唯一回限りでは終らないのであるから，この点に関しては，カウンセラーが打ち明けられた秘密を絶対に他にもらさないことが重要な点であるが，更にカウンセリングに使用する一定の場所を設定することも望ましいと思われる．実施中に，他の人から見られたり聞かれたりする恐れのない，落ちついて話せる，しかも明かるい感じの部屋が設けられることが，ラポートを高める一つの条件となると言えよう．

(5) クライエントの気持を推測する．——両者の間に或程度のラポートは存在しているとの確信から出発しても時々クライエントは沈黙におちいり，その時間が極めて長びく場合が起る．この際にも，クライエントの態度や表情から，出来得る限りその気持を読み取る努力が必要である．そして推測したクライエントの気持を，カウンセラーが言葉でもって反射するのが有効な方法である．但しこれはかなり豊富な臨床的経験を必要とするわけで，下手にこの方法を用いると，かえってクライエントの自由な発言を妨げる結果をもたらす危険がある．従ってこの点に関しては，あくまでもクライエントの心理状態をやさしく理解しようとするカウンセラーの素直な態度こそ要求されるのであり，根本的にはクライエントを尊重する立場と言えるであろう．

(6) カウンセリング以外に，クライエントとあまり交渉を持たぬこと．——巧まずして，クライエントと既に現在迄密接な交渉を持っている場合のカウンセリングも無いとは言えない．しかし大部分はクライエントの個人的な何らかの問題を媒介として成り立つのがカウンセリングであるとすれば，いわゆる"馴れている"関係においては，意図的・計画的なカウンセリングには慎重な態度と心構えが要求されるであろう．従って，ラポートを高めるには，或る点では非常に親密であるが，他の面においては常に一定の距離を持っていることが必要である．

(7) カウンセリングの主導権を，カウンセラーからクライエントへ移す．——クライエントの中には，自由に振舞うことが不可能に近いまでに抑圧されていることもある．従ってクライエントにとって自由な場面に置かれること自体が，一つの大きな脅威となることも考え得る．このような場面に直面し，又は予想される時には，カウンセラーが最初に話し合いをリードする形にもって行くことが必要となる．そして，その為には，勿論出来得る限りクライエントに関する事前の準備に万善の措置が講ぜられていなければならないことになる．

言う迄もなく一般のカウンセリングの場合は，主に面接を通してクライエントを理解する資料が得られ，又同時に必要な援助が与えられるのが普通である．しかし，事前にクライエントに関する資料，例えば学校における指導要録，本人の作品や成績物，各種テストの結果，他の教師の観察等の資料は得られるし，又家庭における家族関係，

本人の身体歴，言動そして友人関係等についての情報も或る程度得られる筈である．それ等の資料をもとにしてクライエントの理解を深めておき，しかも重要なことは，"調べられ，知られている"ということをクライエントに察知されるような不用意の発言をさけつつ，クライエントを自由な表現へ導くことなのである．このことは勿論広くカウンセリングの技術としての問題でもある．こうしてクライエントの"心に深くくいこむ"話し合いの端緒が，"より速い親近感"を産むことになり．カウンセリングそのものを効果あらしめる結果ともなるであろう．

(8) カウンセラーの能力．──カウンセリングを効果あらしめる為に．カウンセラーが有能且つ豊富な経験を持ばならぬことは当然である．しかし現在の段階ではカウンセラーの能力において非常に大きな差異があることは否たね定出来ない．この点についての考察は後日に譲るとして．とにかくカウンセリング場面におけるラポートを強める為の要素の一つとして，"カウンセラーとしての能力を持つ"ことが先決である．これを他の一面から考えるならば，"カウンセラーの評判が良い"こともその一つの表われと見られる．

クライエントにとって，カウンセラーが信頼に値すると感ずること，それはカウンセラーの"自信ある態度"からも引き出される．そのような関係からは，カウンセラーにとっても，"クライエントに有益な経験を与えた"と感ずることになり，引き続いてクライエントは進歩，改善への機会を与えられることにもなる．

Ⅲ 結　論

以上，カウンセリングを実施するに際してのラポートに関して，臨床経験を基にしつつ考察を加えてみたものである．しかし，クライエントの事例数や諸設備等の関係もあり，研究の及ばなかった他の数多くの問題点も残されていると思う．それらの点については，更に臨床的経験を豊富にし，考察の糸もたぐりたいと考えているが，とにかく，究極的に予想することが許されるならば，"強いラポートの存在するところ，カウンセリングにおける大量のリードも，大して抵抗を起すことなくクライエントに受け入れられるであろう"ということ，そしてカウンセリングはおいては，"カウンセラーとクライエントの間に作りあげられるラポートの量よりも大きな効果をあげることはあり得ない．"と言うことである．

参 考 文 献

(1) 沢田慶輔：相談心理学 (1957)．

(2) 井坂行男：カウンセリング (中・高校) (1953)．

(3) 中村弘道：　〃　(大学) (　)．

(4) 友田不二男：カウンセリングの技術 (1959)．

(5) 伊東博訳編：カウンセリングの基礎 (1960)．

(6) E・クレッチユマー 新海安彦訳：精神療法，(1958)．

(7) Hardee, M. P.: Counseling and Guidance in General Education (1955).

(8) Cassidy, R. and Kozman, H. C.: Counseling Girls in a Changing Society (1947).

(9) Little, W. and Chapman, A. L.: Developmental Guidance in Secondary School (1953).

(10) Hamilton, G.: Psychotherapy in Child Guidance (1948).

Summary

In school counseling, the conditions of strengthening the rapport between counselor and client are summarized as follows: 1. Counselor needs to assuage the feelings of client. 2. Counselor needs to show the feelings of himself by any means. 3. Don't criticize against client. 4. Counselor needs to capture the client's confidence. 5. Counselor needs to enter into client's feelings. 6. It is to be desired that the connections between them are nothing except for counseling. 7. It is important to transfer the leadership from counselor to client. 8. Substantial abilities of counselor have need to elevated.

香川大学農学部談話会

去る1959年春から話が出て教授会や教官会で相談した結果，農学部談話会が発足した．その世話役は科学研究委員会が受持つこととなり，7月30日に第1回の談話会を開いてから，1960年11月24日で第7回を数えた．ここにその日時，講演者，題目をかかげておく．

第1回　1959年7月30日　13時
森　和男：　農業法人化の問題について
植木邦和：　除草剤あれこれ
松沢　寛：　毒蛾！このいまわしきもの

第2回　1959年10月1日　13時
上原勝樹：　自然現象と e
渡辺正一：　台湾，琉球および奄美郡島出張報告

第3回　1959年11月26日　13時
内藤中人：　銹病菌に関する一，二の実験
宮辺豊紀：　最近の乳および乳製品について
浅野二郎：　日田の林業

第4回　1960年2月18日　13時
玉置鷹彦：　ガラク田の話
深城貞義：　盆栽の普及化を語る
片井政一：　ビニール園芸，特に蔬菜面の利用

第5回　1960年6月2日　13時
林甚太郎：　水稲苗の活着促進に関する考察
井上裕雄：　スプリンクラー・ノズルからの水滴問題
渡辺正一：　西表島調査報告

第6回　1960年9月29日　13時
青木利夫：　道路への塩利用について
川村信一郎：　豆類のデンプンについて

第7回　1960年11月24日　13時
一色　泰：　ラッテの妊娠時におけるホルモン支配について
井口厚信：　これからも麦を作るには

香川大学農学部学術報告

第12巻 (1960－61)

総目次

第1号 (通巻第30号) (1960年10月発行) pp. 1—112
第2号 (通巻第31号) (1961年3月発行) pp. 113—290

農学科 (甲) 農学

モミジアオイとクサフヨウとの種間雑種 (1)
(アオイ科の種，属間雑種に関する研究 II)……桑田 晃……1
育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について
XX 各種 pH 土壌における種々の生理作用の消長……桑田 晃……9
暖地ビートの飼料的特性に関する研究
II 生育期別における飼料価値の変化について……中広義雄，井口厚信，一色 泰……16
III 乳牛に対するビート茎葉及び根給与が泌乳量並びに乳脂率に及ぼす影響……中広義雄，一色 泰……23
水稲の植傷みの研究 I 挿秧時刻の差による植傷みについて……林 甚太郎，野田愛三……113
2,4-D と MH の同時葉面散布が馬鈴薯の生育，体内成分の消長ならびに塊茎萌芽に及ぼす影響
について……玉置 秩，中潤 三郎……118
複二倍体作物とその両親作物との3者相互間の正逆交配により生ずる蒴および種子の形質ならびに交雑和合
性とこれらを支配する原因……桑田 晃……127
育成複二倍体作物とその両親作物との生理生態学的性質の差異について
XXI 含水量を異にする土壌における種々の生理作用の消長……桑田 晃……136
モリシマ，フサアカシヤおよび英国トゲナシアカシヤの樹葉の飼料的価値について…中広義雄，一色 泰……145
家禽飼料における green meal の利用に関する研究
I 産卵鶏飼料に対する英国トゲナシアカシヤ樹葉の乾燥粉末の混用価値とその消化率
について……中広義雄，一色 泰……153
高松市下笠居地区における複合果樹作経営に関する研究
II 代表的複合果樹作経営構造の分析……森 和男，喜田美登……163
III 代表的農家における農業経営部門の動向……喜田美登，森 和男……180

農学科 (乙) 農業工学

香川県の湖成層 (鮮新世) にみられる堆積構造について (英文)……斉藤 実……31
かんがい用貯水池相に関する研究 貯水池の貯水管理について……前川忠夫，勝谷 武……40
貯水池における池水の流動と水質分布について……吉良八郎……52
裸地における蒸発と乱渦拡散係数について……井上裕雄……64
水理模型実験報告 IV 川股ダムの余水吐について……前川忠夫，吉良八郎……192
短時間の蒸発散量の間接的評価について 空気力学的方法の検討……井上裕雄……214

園芸学科

ジベレリン処理が金時人参種子の休眠打破に及ぼす影響……安芸精一……73
花木類の花芽分化に関する研究
VII アジサイの花芽分化期並びに花芽の発育経過について……小杉 清，荒井倚孝……78
エンバク冠銹病菌およびスズメノテッポウ銹病菌夏胞子の寒天培地における発芽管伸長と
infection-type structure の形成……内藤中人，谷 利一，奥村良松……84
エンバク冠銹病菌ならびに竹褥病菌胞子のマンニトール……谷 利一，内藤中人……93

桃樹の夏季摘葉が開花，結実と発育に及ぼす影響……葦沢正義，樽谷　勝…… 221
チューベローズの花芽分化並びに花芽の発育経過について……小杉　清，木村嘉享…… 230
柿炭疽病罹病果における軟化起因物質の粗分離……谷　利一，内藤中人…… 235
香川県における3種毒蛾の生態概説……松沢　寛，藤井幸彦…… 242
香川県水田地帯における人家内衛生害虫の季節的消長……松　沢　　寛…… 255

農芸化学科

環境別溜池泥土の研究

Ⅱ　ふもと池の一例について……玉置鷹彦，梅田　裕……97

Ⅲ　国下池，奥の堂池の微細土粒について……玉置鷹彦，梅田　裕…… 103

溜池中の水草について　Ⅱ……梅田　裕，真鍋　忠，玉置鷹彦…… 107

分光光度計によるフコースの検出（英文）……楢崎丁市，川村信一郎…… 109

環境別溜池泥土の研究

Ⅳ　国下池，奥の堂池コアの鉄含量……玉置鷹彦，梅田　裕…… 260

アラバン分解酵素に関する研究

Ⅰ　テンサイアラバンに対する酵素作用および zone electrophoresis……梶　明，滝　博，吉原　収，島崎晶亙…… 265

アカマツ樹皮リグニンのアルコリシスについて……十河村男，川原　恵…… 269

流下式塩田における適正採かん濃度に関する研究

Ⅰ　特に気象要因と限界蒸発濃度の関係について……青木利夫，安藤嘉教…… 275

農　場

麦多株穴播栽培における雑草防除に関する研究

Ⅰ　除草剤の利用方式について　(1)……井口厚信，植木邦和…… 278

教育及心理学研究室

Counseling に関する研究――ラポートについて……境　田　耕　治…… 283

AUTHOR INDEX TO VOL. 12 (1960—61)

AKI, Seiichi (安芸精一). Effect of gibberellin on breaking the dormancy of Kintoki-carrot seeds, 73.

ANDÔ, Yoshinori (安藤嘉教). See AOKI.

AOKI, Toshio (青木利夫), ANDÔ, Y. Studies on the suitable concentration in brine production in the flowing-down salt fields (I) relation between the critical concentration and the meteorological factors, 275.

ARAI, Hisataka (荒井尙孝). See KOSUGI.

ASHIZAWA, Masayoshi (葦沢正義), KURETANI, M. Effect of defoliation in summer on the bloom, fructification, and growth of peach trees, 221.

FUJII, Yukihiko (藤井幸彦). See MATSUZAWA.

HAYASHI, Jintaro (林 甚太郎), NODA, A. Injury of rice seedlings by transplanting (I) time of transplanting, 113.

INOKUTI, Atunobu (井口厚信). See NAKAHIRO.

————, UEKI, K. Controlling the weeds in wheat cultivation by seeding in group at the interval of the rice hill (I) formula of using herbicides, 278.

INOUE, Hiroo (井上裕雄). Vapor transfer and eddy diffusivity for vapor near the bare ground, 64; indirect method of evaluating the rate of evapotranspiration within short intervals—discussion of the aerodynamical method, 214.

ISSHIKI, Yutaka (一色 泰). See NAKAHIRO.

KAJI, Akira (梶 明), TAKI, H., YOSHIHARA, O., SHIMAZAKI, A. Enzymes acting on arabans (I) action of arabanase on beet-araban and zone electrophoresis of the enzyme, 265.

KAWAHARA, Megumu (川原 恵). See SOGÔ.

KAWAMURA, Sin'itirô (川村信一郎). See NARASAKI.

KIMURA, Yoshiyuki (木村嘉享). See KOSUGI.

KIRA, Hachiro (吉良八郎). Circulation and quality distribution of water in a reservoir, 52; see MAEKAWA.

KITA, Yoshinori (喜田美登). See MORI.

————, MORI, K. Diversified fruit-growing farm in Shimokasai ward, Takamatsu city (III) trend of enterprises on a typical farm, 180.

KOSUGI, Kiyoshi (小杉 清), ARAI, H. Flower bud differentiation and development in some ornamental trees and shrubs (VII) *Hydrangea macrophylla*, 78.

————, KIMURA, Y. Flower bud differentiation and flower bud development in *Polianthes tuberosa*, 230.

KURETANI, Masaru (榑谷 勝). See ASHIZAWA.

KUWADA, Hikaru (桑田 晃). Interspecific reciprocal hybrids between *Hibiscus coccineus* and *H. moscheutos*, 1; differences of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents (XX) variations of some physiological characters under the soil showing different pH values, 9; (XXI) variations of some physiological characters affected by the soil water supply, 136; characters of pods and seeds and the crosscompatibility in the reciprocal crosses among an amphidiploid crop and its two parents, as well as the causes controlling them, 127.

MAEKAWA, Tadao (前川忠夫), KIRA, H. Hydraulic model tests (IV) the spillway of Kawamata Dam, 192.

————, WAKIYA, T. The phase of irrigational reservoirs—control of reserved water, 40.

MANABE, Tadashi (真鍋 忠). See UMEDA.

MATSUZAWA, Hiroshi (松沢 寛). Seasonal prevalence of some important insects from the sanitary view in the house at the paddy field district in Kagawa prefecture, 255.

————, FUJII, Y. Ecological notes on the three specieies of urticating moths, *Euproctis flava*, *E. pseudoconsepersa*, and *E. similis* in Kagawa prefecture, 242.

MORI, Kazuo (森 和男). See KITA.

———, KITA, Y. Diversified fruit-growing farm in Shimokasai ward, Takamatsu city (II) analytical study on the structure of a typical farm, 163.

NAITÔ, Nakato (内藤中人). See TANI.

———, TANI, T., OKUMURA, Y. The germ-tube elongation and the infection-type structures formation of uredospores of *Puccinia coronata* and *Uromuces alopecuri* on nutrient agar, 84.

NAKA, Junzaburô (中 潤三郎). See TAMAKI, K.

NAKAHIRO, Yoshio (中広義雄), INOKUTI, A., ISSHIKI, Y. Foddering property of beets produced in warm country (II) change of the feeding value at different stage of growth, 16.

———, ISSHIKI, Y. Foddering property of beets produced in warm country (III) effect on the milk production and milk-fat percentage by feeding beet tops and roots to the miling cows, 23; feeding value of the leaves of *Acacia mollissima, A. dealbata,* and *A. parasol*, 145 utilization of green meal in the poultry feed (I) the value of adding dry powdered leaves of *Acacia parasol* to the laying hen, 153.

NARASAKI, Teiiti (楢崎丁市), KAWAMURA, S. Spectrophotometric identification of fucose (in English), 109.

NODA, Aizô (野田愛三). See HAYASHI.

OKUMURA, Yoshimatsu (奥村良松). See NAITÔ.

SAITÔ, Minoru (斉藤 実). Some sedimentary structures observed in the pliocene sediments in Kagawa prefecture, Shikoku, Southwest Japan (in English), 31.

SAKAIDA, Kôji (境田耕治). Counselling—the rapport, 283

SHIMAZAKI, Akihiko (島崎晶亙). See KAJI.

SOGÔ, Murao (十河村男), KAWAHARA, M. Alcoholysis of the outer bark lignin of Japanese red pine (*Pinus densiflora*), 269

TAKI, Hiroshi (滝 博). See KAJI.

TAMAKI, Kiyoshi (玉置 秩), NAKA, J. Effects of combination foliage sprays with 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid and maleic hydrazide on the growth, the variations of chemical components of potato plants, and on the sprout inhibition of harvested tubers, 118

TAMAKI, Takahiko (玉置鷹彦). See UMEDA.

———, UMEDA, Y. Reservoir deposits (II) Okunodô reservoir. 97; (III) fine particles of mud in Kunishita and Okunodô reservoirs, 103; (IV) iron contents of core samples in Kunishita and Okunodô reservoirs, 260

TANI, Toshikazu (谷 利一). See NAITÔ.

———, NAITÔ, N. *d*-Mannitol in the spores of *Puccinia coronata* and *Stereostratum corticioides*, 93.

UEKI, Kunikazu (植木邦和). See INOKUTI.

UMEDA, Yutaka (梅田 裕). See TAMAKI, T.

———, MANABE, T., TAMAKI, T. Chemical components of some aquatic plants (II), 107.

WAKIYA, Takeshi (脇谷 武). See MAEKAWA.

YOSHIHARA, Osamu (吉原 収). See KAJI.

(Kompilis S. K.)

Need to be done except – 29 – not rec'd ... 62
E/A

Volume 12, No. 2 (Serial No. 31) March, 1961

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
- 8 NOV 1961
SERIAL SEPARATE A3.130

KAGAWA DAIGAKU NÔGAKUBU GAKUZYUTU HÔKOKU

(Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University)

CONTENTS

Department of Agronomy (A) Agronomy:

Studies on the injury of rice seedlings by transplanting.
I. On the injnury in relation to the different times of transplanting. ········ Jintaro HAYASHI and Aizo NODA. ········ 113

The effects of combination foliage sprays with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and maleic hydrazide on the growth, the variations of chemical components of potato plants and on the sprout inhibition of harvested tubers. ······Kiyoshi TAMAKI and Junzaburo NAKA. ········ 118

Studies on the characters of pods and seeds and the crosscompatibility in the reciprocal crosses among an amphidiploid crop and its two parents, as well as the causes controlling them. ········Hikaru KUWADA. ········ 127

Studies on the differences of physiological and ecological characteristics of the artificially raised amphidiploid in comparison with those of its parents. XXI. On the variations of some physiological characters affected by the soil water supply. ······Hikaru KUWADA. ········ 136

On the feeding value of the leaves of *Acacia mollissima, A dealbata* and *A parasol*. ········ Yoshio NAKAHIRO and Yutaka ISSHIKI ········ 145

Studies on the utilization of green meal in the poultry feed.
I. The value of adding dry powdered leaves of *Acacia parasol* to the laying hen. ········ Yoshio NAKAHIRO and Yutaka ISSHIKI. ········ 153

Studies on the diversified fruit-growing farm in Shimokasai ward, Takamatsu city.
II. An analytical study on the structure of a typical farm. ········Kazuo MORI and Yoshinori KITA. ········ 163
III. The trend of enterprises on a typical farm. ········Yoshinori KITA and Kazuo MORI. ········ 180

Department of Agronomy (B) Agricultural Engineering:

The report of hydraulic model tests.
IV. On the spillway of Kawamata Dam. ········Tadao MAEKAWA and Hachiro KIRA. ········ 192

Indirect method of evaluating the rate of evapotranspiration within short intervals. Discussion of the aerodynamical method. ········Hiroo INOUE. ········ 214

Department of Horticulture:

Fffect of defoliation in summer on the bloom, fructification and growth of peach trees. ········Masayoshi ASHIZAWA and Masaru KURETANI. ········ 221

On the flower bud differentation and flower bud development in *Polianthes tuberosa*. ········ Kiyoshi KOSUGI and Yoshiyuki KIMURA. ········ 230

Crude isolation of tissue-macerating substance from Kaki fruit infected by *Gloeosporium Kaki*. ········Toshikazu TANI and Nakato NAITO. ········ 235

Ecological notes on the three species of urticating moths, *Euproctis flava, E. pseudoconspersa* and *E. similis* in Kagawa prefecture. ········ Hiroshi MATSUZAWA and Yukihiko FUJII. ········ 242

On the seasonal prevalence of some important insects from the sanitary view in the house at the paddy field district in Kagawa prefecture. ········Hiroshi MATSUZAWA. ········ 255

Department of Agricultural Chemistry:

Studies on reservoir deposits IV. Iron contents of core samples in Kunishita and Okunodo reservoirs. ········Takahiko TAMAKI and Yutaka UMEDA. ········ 260

Studies on the enzymes acting on arabans.
I. Action of arabanase on beet-araban and zone electrophoresis of the enzyme. ········Akira KAJI, Hiroshi TAKI, Osamu YOSHIHARA and Akihiko SHIMAZAKI. ········ 265

On the alcoholysis of the outer bark lignin of Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.). ········Murao SOGO and Megumu KAWAHARA. ········ 269

Studies on the suitable concentration in brine production in the flowing-down salt fields.
I. On the relation between the critical concentration and the meteorological factors. ········ Toshio AOKI and Yoshinori ANDO. ········ 275

University Farm:

Studies on controlling the weeds in wheat cultivation by the seeding in group at the interval of the rice hill. I. The formula of using herbicides. (1) ········ Atunobu INOKUTI and Kunikazu UEKI. ········ 278

Laboratory of Education and Psychology:

Studies on the counseling.——On the rapport. ········Koji SAKAIDA. ········ 283

Kagawa Daigaku Nôgakubu

(Faculty of Agriculture, Kagawa University)

Mikityô, Kagawa-ken, Japan